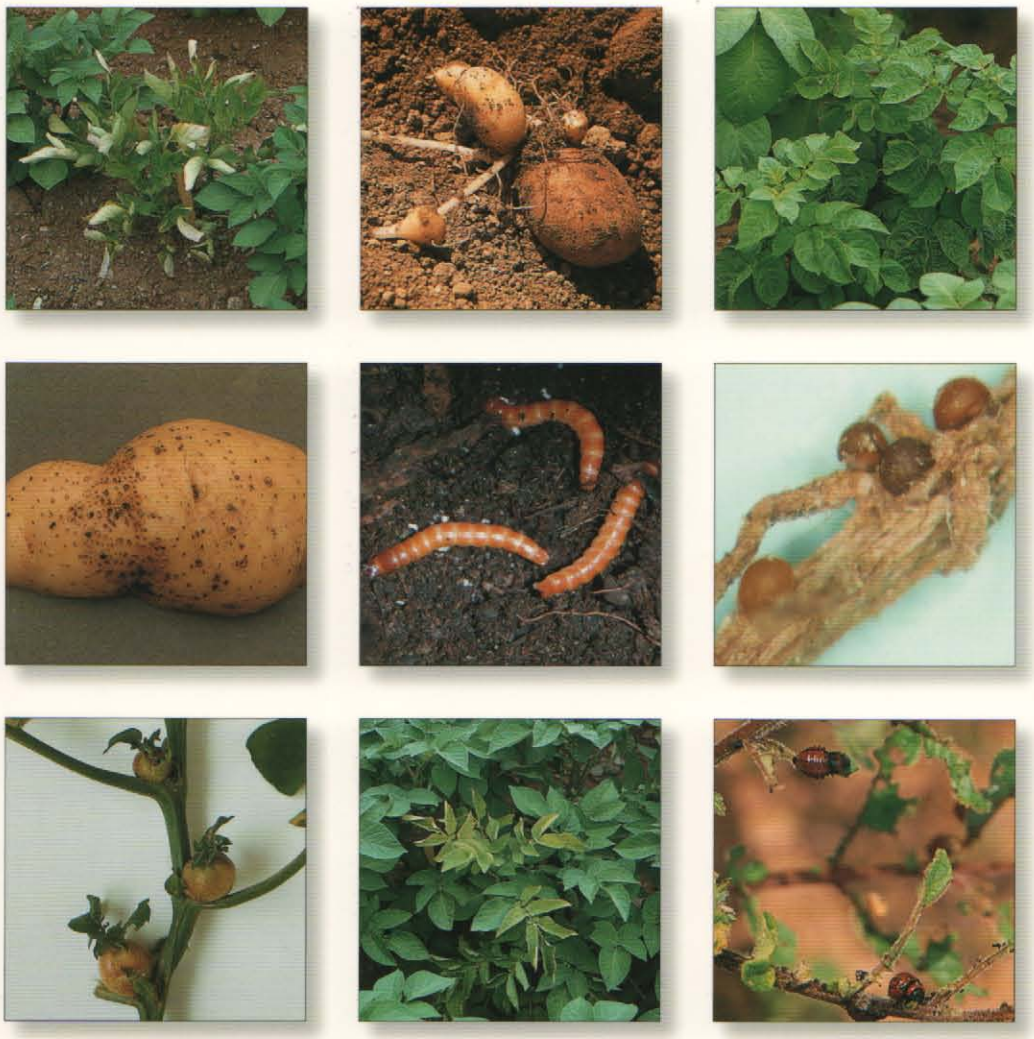
Fiches descriptives des Maladies et Ravageurs de la Pomme de Terre

en vue de la notation sanitaire
des cultures et des lots de plants de pomme de terre



Maladies et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel
des plants de pomme de terre

2006

FNPPPT
Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pommes de Terre

gnis
groupement national interprofessionnel des semences et plants

Remerciements

Ce recueil a pu être élaboré grâce notamment au concours des rédacteurs suivants :

- **Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants/Service Officiel de Contrôle :** Gérard Crouau, Karine Charlet, Karima Bouchek.
- **Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pomme de terre et les 3 Établissements Producteurs Régionaux agréés par le SOC** : Jean-Michel Aujean, Thierry Gokelaere, Valérie Helias, Yves Le Hingrat, Anne-Claire Leroux, Jean-Victor Marhic et Xavier Riquiez.
- **Institut National de la Recherche Agronomique :** Bernard Jouan, Camille Kerlan, Didier Mugniery et leurs collaborateurs.

Crédits photographiques

- **Bretagne-Plants** – Hanvec (1.1 à 1.4, 4.2, 4.3, 5.2, 5.3, 24.2, 24.3, 24.4, 28.2, 33.2, 36.1, 36.10 ; L. Le Brun 2.4 ; G. Le Badezet 14.1, 33.3 ; R. roudaut 37.6)
- **Comité Nord** – Beaurains (1.5 ; X. Riquiez 3.1, 5.1, 9.2, 14.5, 27.1, 27.3,27.7, 36.2, 37.1 à 37.5, 37.7 ; P. Copin 18.3, 20.1, 20.3, 30.5)
- **FNPPPT** – (Y. Le Hingrat 3.2, 3.3, 8.2, 8.3, 9.1, 9.3, 13.2, 14.3, 20.2, 21.2, 24.1, 24.5, 25.1, 28.3, 31.1, 33.4, 34.1, 34.2, 34.3, 36.3, 36.4, 36.5, 37.8, 37.9, 37.10 ; J. Quéméner 4.1, 7.1, 7.2)
- **Grocep** – Lavergne (J.M. Aujean 15.2, 15.3, 15.4 ; M. Malet 27.7, 33.1, 35.1)
- **INRA** – Rennes (K. Bouchek 13.4 ; K. Charlet 2.1, 2.2, 2.3 ; B. Jouan 13.1, 13.3, 14.6, 16.1, 17.1, 17.2, 18.1, 18.2, 19.1, 19.2, 19.3, 21.3, 21.4, 23.1 à 23.3, 25.2, 25.3, 26.1, 27.2, 27.3, 29.1, 29.2, 29.3,36.1, 36.2 ; V. Hélias 14.2 ; C. Kerlan 2.5, 2.6 ; D. Mugniery 30.3, 31.5 ; B. Perraton 22.1 à 22.3)
- **Institut Technique de la Pomme de Terre** – (15.1, 27.6, 28.1)
- **Laboratoires du service de la Protection des végétaux** – (H. Marzin 30.1, 30.2, 30.4, 31.4)
- **Station de Quarantaine de la Pomme de terre** – Rennes (J. Martin 11.1 à 11.4, 12., 12.2, 16.2, 26.2, 31.2, 31.3, 32.1, 32.2, 35.2 à 35.5)
- **Cazelles** – Suisse (14.4)
- **Centro Internacional de la Papa** – Pérou (21.1)
- **Université de Clemton** – USA (6.1, 8.1)
- **Wilson** – Australie (10.1 à 10.4)

Maquette : création et réalisation Philippe Ropars (Paris), pour le compte des éditions ad-Hoc (Paris), juin 2000.

Réédition et mise à jour 2006 : AZUR MULTIMEDIA - 04 92 79 50 05.

SOMMAIRE

1. Principe général
2. Les organismes nuisibles
   - 2.1. Organismes de qualité réglementés
   - 2.2. Organismes de quarantaine
   - 2.3. Autres organismes
3. Contrôle sanitaire des parcelles de multiplication
   - 3.1. Classement provisoire
   - 3.2. Classement définitif
4. Contrôle sanitaire des lots
   - 4.1. Organismes nuisibles de qualité
   - 4.2. Organismes nuisibles de quarantaine
5. Normes françaises plants de pommes de terre
6. Fiches techniques des maladies et ravageurs

Virus

Virus Y	*PVY*	1
Virus Y nécrogène	*PVY^{NTN}*	2
Virus de l'enroulement	*PLRV*	3
Virus A	*PVA*	4
Virus X	*PVX*	5
Virus S	*PVS*	6
Virus M	*PVM*	7
Virus du rattle	*TRV*	8
Virus du Mop-Top	*PMTV*	9
Virus du TSWV	*TSWV*	10

Viroïde

Viroïde des tubercules en fuseau	*PSTVd*	11

Mycoplasmes

Stolbur et autres MLO	*Stolbur, ...*	12

Bactéries

Gale commune	*Streptomyces*	13
Jambe noire	*Erwinia*	14
Pourriture brune	*Ralstonia solanacearum*	15
Pourriture annulaire	*Clavibacter michiganensis sepedonicus*	16

Champignons

Alternariose	*Alternaria*	17
Dartrose	*Colletotrichum coccodes*	18
Fusariose	*Fusarium*	19
Gale argentée	*Helminthosporium solani*	20
Gale poudreuse	*Spongospora subterranea*	21
Galle verruqueuse	*Synchytrium endobioticum*	22
Gangrène	*Phoma*	23
Mildiou	*Phytophthora infestans*	24
Oosporiose	*Polyscytalum pustulans*	25
Pythiales	*Pythium, Phyto. erythroseptica*	26
Rhizoctone brun	*Rhizoctonia solani*	27
Sclérotiniose	*Sclerotinia sclerotiorum*	28
Verticilliose	*Verticillium*	29

Ravageurs

Nématodes à kyste	*Globodera*	30
Nématodes à galle	*Meloidogyne*	31
Nématodes libres	*Ditylenchus*	32
Doryphore	*Leptinotarsa decemlineata*	33
Taupins	*Agriotes*	34
Teigne	*Phtorimea opercullela*	35

Divers

Désordres Physiologiques		36
Dégats de traitement		37

1. Principe général

La certification des plants de pommes de terre a pour base le règlement technique général et le règlement technique annexe de production, du contrôle et de certification des semences pris par arrêté du Ministère de l'Agriculture.
Ces règlements prennent en compte les réglementations communautaires, notamment la directive de commercialisation 2002/56 et la directive phytosanitaire 2000/29.

Des règles sont définies, en particulier, pour la multiplication des cultures (établissements admis au contrôle, schéma généalogique, isolement, etc.), la conservation des plants (conditions de stockage), la notation des cultures (normes en végétation) et des lots (normes lot) pour lesquels l'identité, la pureté variétale et l'état sanitaire sont les principaux paramètres.

L'état sanitaire des plants de pommes de terre est une des composantes principales de la certification, ce qui a conduit à l'élaboration de fiches techniques pratiques présentées dans ce manuel, permettant de faire le point sur les maladies et ravageurs pris en compte dans le contrôle mais également pour d'autres organismes nuisibles qui ne font pas encore l'objet d'une réglementation.
Les organismes nuisibles sont classés suivant les principes ci-dessous :

- Tolérance admise : classification dans le groupe des organismes nuisibles de qualité, également dénommés organismes réglementés non de quarantaire (non quarantine regulated pest, NQRP) ;
- Aucune tolérance admise : classification dans le groupe des organismes nuisibles de quarantaine, également dénommés organismes de quarantaine réglementés (regulated quarantine pest, RQP).

Des contrôles (voir tableau « normes françaises plants de pommes de terre ») sont appliqués pour chaque organisme nuisible pour chacune des différentes étapes du schéma généalogique de production de plants. Cependant, d'autres organismes nuisibles non réglementés peuvent être pris en compte indirectement lorsqu'ils sont, par exemple, susceptibles d'altérer la qualité germinative des plants.

2. Les organismes nuisibles

2.1. Organismes nuisibles de qualité réglementés

Il s'agit d'organismes nuisibles pour lesquels une tolérance en végétation et/ou sur lot est admise. Ces organismes font l'objet d'un contrôle réglementaire officiel conformément à l'application du règlement technique annexe de production contrôle et certification.

La liste, ci-dessous, présente les organismes nuisibles de qualité mentionnés dans le règlement technique annexe :

- ***En végétation :***
  - ➙ Jambe noire : *Erwinia carotovora subsp. atroseptica* ; *Erwinia chrysanthemi* ;
  - ➙ Virus provoquant des déformations légères ou graves des feuilles ;
  - ➙ Verticilliose : *Verticillium sp.* ;
  - ➙ Rhizoctone : *Rhizoctonia solani*.

- *Sur lot :*

  Les organismes nuisibles non nommés, responsables de :

  - ➙ Pourriture sèche : Gangrène, Fusariose, Mildiou ;
  - ➙ Pourriture humide : *Erwinia* ;
  - ➙ Nécrose superficielle d'origine virale : notamment virus Y^{NTN}.

  Les organismes nuisibles responsables des affections superficielles des tubercules :

  - ➙ Gale commune : *Streptomyces scabies* et *Streptomyces sp.* ;
  - ➙ Rhizoctone : *Rhizoctonia solani* ;
  - ➙ Gale poudreuse : *Spongospora subterranea* ;
  - ➙ Taupins : *Agriotes sp.*

2.2. Organismes nuisibles de quarantaine

Il s'agit d'organismes nuisibles pour lesquels aucune tolérance en végétation et/ou sur lot n'est admise. Ces organismes relèvent directement de la directive phytosanitaire 2000/29. Leur contrôle est organisé suivant le règlement technique annexe de production, du contrôle et de certification et des conventions cadre (du Ministère de l'Agriculture (DGAL) et du GNIS) concernant la délivrance du passeport phytosanitaire (pour le territoire de l'Union Européenne), et des certificats phytosanitaires (pour les pays tiers).
La liste ci-dessous présente les organismes de quarantaine mentionnés dans le règlement technique annexe de production, de contrôle et de certification :

- *en végétation * :*
  - ➙ Galle verruqueuse : *Synchytrium endobioticum* ;
  - ➙ Flétrissement bactérien : *Clavibacter michiganensis sp. sepedonicus* ;
  - ➙ Pourriture brune : *Ralstonia solanacearum* ;
  - ➙ Mycoplasme : Stolbur ;
  - ➙ Maladie des taches bronzées de la tomate : Virus du TSWV ou Tomato spotted wilt virus ;
  - ➙ Maladie vermiculaire de la pomme de terre : *Ditylenchus destructor* ;
  - ➙ Nématodes à kyste : *Globodera pallida* et *Globodera rostochiensis* ;
  - ➙ Viroïde PSTVd

- *sur lots * :*
  - ➙ Galle verruqueuse : *Synchytrium endobioticum* ;
  - ➙ Pourriture brune : *Ralstonia solanacearum* ;
  - ➙ Pourriture annulaire : *Clavibacter michiganensis sp. sepedonicus* ;
  - ➙ Mycoplasme : Stolbur ;
  - ➙ Nématode à galle : *Meloidogyne chitwoodi et fallax* ;
  - ➙ Nématodes à kyste : *Globodera pallida* et *Globodera rostochiensis* ;
  - ➙ Maladie des taches bronzées de la tomate : Virus du TSWV ou Tomato spotted wilt virus ;
  - ➙ Doryphore : *Leptinotarsa decemlineata* ;
  - ➙ Teigne : *Phthorimaea operculella* ;
  - ➙ Viroïde PSTVd

* *Dans le cas de symptômes douteux ressemblant à ceux provoqués par les organismes nuisibles de quarantaine cités ci-dessus, des prélèvements pour analyse et identification en laboratoire sont effectués.*

2.3. Autres organismes nuisibles

La présence d'autres organismes de qualité que ceux mentionnés ci-dessus n'est pas prise en compte directement mais indirectement. On peut citer, à titre d'exemple :

- Le refus ou le déclassement d'une parcelle de multiplication pour un mauvais état cultural provoqué par des attaques de mildiou, d'alternariose, d'insectes (chapitre 4.8 du règlement technique annexe).
- Le refus d'un lot pour l'altération de la germination provoquée par un développement de la gale argentée au niveau des yeux des tubercules.

3. Contrôle sanitaire des parcelles de multiplication

3.1. Classement sanitaire provisoire

Les parcelles de multiplication font l'objet de prélèvement de terre avant plantation en vue de la recherche des nématodes à kyste de la pomme de terre (Globodera pallida et Globodera rostochiensis).
Les parcelles sont soumises à un suivi permanent des agriculteurs qui procèdent à leur épuration sanitaire suivant leur qualité notamment pour la mise en conformité de la parcelle avec la réglementation officielle.

À titre d'exemple, la présence de la jambe noire n'est pas admise pour le classement des plants de pommes de terre dans les classes communautaire CE1 et super élite (SE).

Le technicien agréé SOC note la parcelle à l'occasion de visites de notations obligatoires (voir tableau « normes françaises ») et établit une fiche de notation qui est le document officiel du contrôle en végétation.

Les visites réglementaires de notation sont les suivantes :

- au moins 3 visites pour les plants de prébase et de base ;
- au moins 2 visites pour les plants certifiés.

Cette activité de notation pendant la végétation conduit au classement sanitaire provisoire qui ne deviendra définitif qu'après les résultats de préculture afin de prendre en compte les contaminations tardives qui pourraient survenir.

3.2. Classement sanitaire définitif

La notation des précultures permet le classement définitif des parcelles de multiplication. Il s'agit d'une notation visuelle des maladies à virus, qui est complétée pour le matériel de prébase et de base par une analyse de laboratoire permettant de déterminer le type de virus : X, Y, E, M, A, S.

4. Contrôle sanitaire des lots

Seuls les lots ayant satisfait aux règles d'acceptation en culture et en préculture font l'objet d'un contrôle en vue de la certification (paragraphe 6.5.1 du règlement technique annexe de production, du contrôle et de la certification des plants de pommes de terre).

Le contrôle sanitaire présente deux parties comme indiqué ci-dessous :

4.1. ORGANISMES NUISIBLES DE QUALITÉ :

Le contrôle porte sur l'observation d'un échantillon d'au moins 400 tubercules pris au hasard. Les tubercules sont lavés et classés suivant une échelle photographique pour la gale commune et le rhizoctone en fonction du tubercule de référence qui correspond à la limite d'acceptation du niveau d'affection toléré, déterminé annuellement. Dans ce cas, le nombre de tubercules atteints de gales ou de rhizoctone ne doit pas excéder 5 % de tubercules contaminés au niveau supérieur du tubercule de référence.

4.2. ORGANISMES NUISIBLES DE QUARANTAINE :

Avant la certification des lots, des échantillons de tubercules sont prélevés pour des analyses de routine effectuées par les laboratoires agréés SOC en vue de la recherche de :

- *Clavibacter michiganensis sp. sepedonicus* ;
- *Ralstonia solanacearum* ;
- *Meloidogyne chitwoodi* et *fallax*.

Le contrôle visuel porte aussi sur la recherche d'éventuels symptomes de parasites de quarantaine.
Les tubercules présentant des pourritures sont coupés transversalement afin d'observer s'il y a des symptômes internes caractéristiques des organismes de quarantaine.
Chaque fois qu'un symptôme douteux est observé, un prélèvement est immédiatement réalisé en vue d'une analyse effectuée par le laboratoire agréé SOC.
Si l'échantillon se révèle douteux, une analyse de confirmation est obligatoirement effectuée par le laboratoire de référence du Service de la Protection des Végétaux.

5. NORMES FRANÇAISES

		B0	B1	B2	B3	PLANTS DE BASE SE CE1	PLANTS DE BASE E CE2	PLANTS DE BASE CE3	PLANTS CERTIFIÉS A
1	**PURETÉ VARIÉTALE** (% d'impuretés en végétation et sur lot)					0,1	0,1	0,1	0,2
2	**ÉTAT SANITAIRE**								
	Organismes nuisibles de qualité (% maximum constaté sur échantillon)								
	Virus traditionnels E,Y, X, M, S, A								
	• en végétation (en total des notations)		0	0,1	0,1	0,25	0,33	1	1
	• en préculture		0	0,5	0,5	1	2	4	5
	Virus induisant des nécroses superficielles tuberculaires (Y nécrogène, etc)		0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1
	Champignons								
	Rhizoctonia solani (Rhizoctone brun)								
	• en végétation (à la dernière notation)		1	1	1	5	5	5	10
	• sur lot		1	5	5	5	5	5	5
	Spongospora subterranea (Gale poudreuse)								
	• sur lot		0	0	0	0,2	0,2	0,2	0,2
	Verticillium sp. (Verticiliose)								
	• en végétation (à la dernière notation)		0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	1	3
	Bactéries								
	Erwinia carotovora var.atroseptica et *Erwinia chrysanthemi* (Jambe noire et pourriture molle des tiges)								
	• en végétation (à chacune des notations)		0	0	0	0	0,5	1	1
	Streptomyces scabies (Gale commune)								
	• sur lot		1	1	1	5	5	5	5
	Pourriture humide et sèche								
	• sur lot		0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
	Insectes								
	• taupin sur lot		0	1	1	1	5	5	5
	Organismes nuisibles de quarantaine (constat à tous les niveaux de production)								
	Viroïde P.S.T.Vd								
	Virus								
	Tomato spotted wilt virus (T.S.W.V.)								
	Champignons								
	Synchytrium endobioticum (galle verruqueuse)								
	Bactéries								
	Clavibacter michiganensis sp. sepedonicus (pourriture annulaire)								
	Ralstonia solanacearum (pourriture brune)								
	Nématodes								
	Sur analyse de terre								
	• *Globodera rostochiensis* et *pallida* (Kystes de nématodes)								
	• *Ditylenchus destructor* (maladie vermiculaire de la PDT)								
	Sur tubercules								
	• *Meloidogyne chitwoodi* et *fallax* (nématodes à galle)								
	Mycoplasme								
	Stolbur								
	Insectes (uniquement sur lot)								
	Leptinotarsa decemlineata (doryphore)								
	Phthorimaea operculella (teigne)								
3	**DIVERS** (% maximum constaté sur lot)								
	teneur en terre		1	1	1	1	1	1	1
	tubercules difformes ou blessés		1	1	1	3	3	3	3

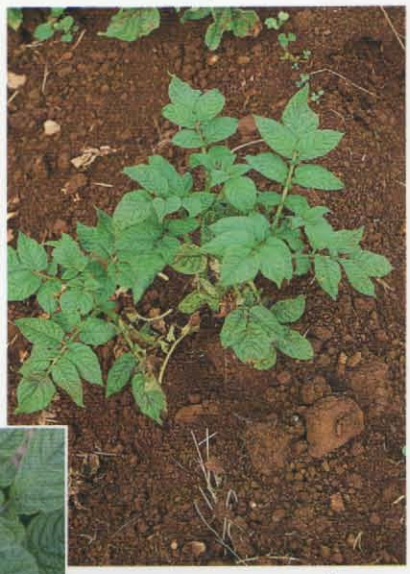
AUCUNE TOLÉRANCE ADMISE

Virus Y

(Potato Virus Y= PVY)

1

2



3

4

5

Agent responsable et transmission

Le virus Y est un Potyvirus transmis par de nombreuses espèces de pucerons. C'est un virus de type non-persistant car le puceron ne peut le transmettre que dans un délai de une à deux heures après son acquisition par piqûre d'une plante contaminée.

L'inoculum initial pour la contamination peut provenir de plantes malades de la parcelle ou du voisinage, de repousses infectées ou d'autres plantes hôtes (tomates, tabac, ...).

Description des symptômes en végétation

La manifestation des symptômes en végétation dépend de la souche de virus Y (Y^O : Y ordinaire ou Y^N : nécrotique), de la variété, des conditions climatiques et du type d'infection (primaire ou secondaire).

Dans le cas des souches de type **Y^O, une contamination de l'année en cours** (infection primaire) se manifeste par l'apparition de taches nécrotiques noires, au niveau des nervures, à la face inférieure des feuilles. Les feuilles deviennent cassantes et se dessèchent, en restant attachées à la plante. Elle peut aussi provoquer une mosaïque déformante *(frisolée)*, souvent localisée sur une tige ou partie de plante ***(photo 1)***.

Une **contamination de l'année précédente** (infection secondaire) produit, en revanche, des symptômes beaucoup plus prononcés et très variables selon les variétés. Ils peuvent être de trois types :

- ***frisolée :*** déformation foliaire avec mosaïque , soit un gaufrage des feuilles accompagné d'un phénomène de brillance et de mosaïque ***(photo 2)***,
- ***bigarrure :*** nanisme avec taches nécrotiques importantes sur les nervures foliaires et fortes déformations des plantes ***(photo 3)***,
- ***mosaïque*** (alternance de zones vert clair et vert foncé) non déformante, plus ou moins prononcée selon la variété et mieux visible par temps couvert ***(photo 4)***.

Dans le cas du virus **Y^N**, l'infection de l'année donne des mosaïques légères tandis que pour l'infection de l'année précédente, le symptôme de mosaïque est plus ou moins marqué.
La grande variabilité du virus Y favorise l'apparition de nouvelles souches comme par exemple le PVY^N-W induisant des symptômes légers sur pomme de terre ***(photo 5)*** et de type O en sérologie.

Lutte

- → **Utilisation de plants sains résultant de la sélection sanitaire généalogique,**
- → **Production dans un environnement favorable,**
- → **Épuration des plants virosés,**
- → **Défanage avant maturité,**
- → **Traitement aux huiles minérales.**

Virus Y nécrogène

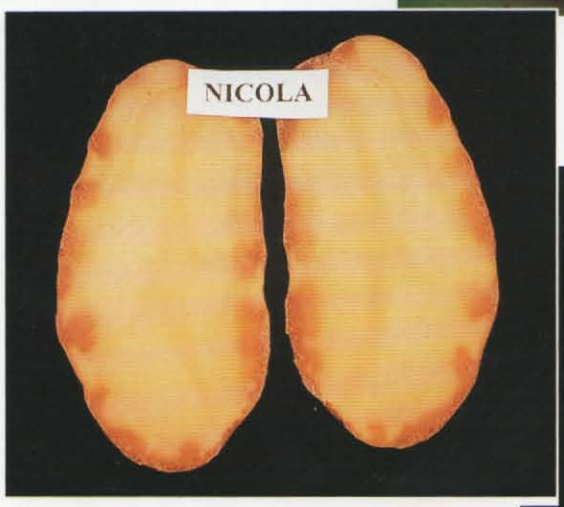
(Potato Virus Y^{NTN} = PVY^{NTN})
Potato Tuber Necrotic Ringspot Disease = PTNRD

1

2

3

4



6

5

Agent responsable et transmission

La **maladie des nécroses annulaires superficielles des tubercules de pomme de terre** ou PTNRD est causée par des isolats particuliers du virus Y, dénommés Y^{ntn} et appartenant au sous-groupe Y^{n}.

Les isolats Y^{ntn} sont transmissibles comme les autres souches de virus Y par le plant et par de très nombreuses espèces de pucerons. Cette maladie est présente dans la plupart des pays européens et est très répandue dans les zones à climat chaud comme en Europe centrale et sur le pourtour méditerranéen.

Description des symptômes en végétation :

Les isolats NTN provoquent des mosaïques et frisolées d'intensité variable sur le feuillage, du type de celles provoquées par les isolats du type Y^{o}.
Lors d'une contamination de l'année, d'autres symptômes peuvent être visibles comme des taches nécrotiques sur les feuilles ***(photo 1)*** ou des nécroses des nervures (surtout visibles à la face inférieure des feuilles) ou plus caractéristiques comme :

- des stries nécrotiques sur les tiges et sur les pétioles ou des nécroses foliaires en forme de « feuille de chêne » ***(photo 2)***,
- des jaunissements avec présence d'anneaux verts ou de formes particulières (symptômes de type Maritta : ***photo 3***).

Description des symptômes sur tubercules :

La maladie se caractérise par des bourrelets bruns plus ou moins foncés, de forme variable, mais souvent en arc ou en anneau, apparaissant à la surface des tubercules au moment de la récolte ou en début de conservation ***(photo 5)***.
Ces tissus nécrotiques se déprriment ensuite ***(photo 4)*** et peuvent même se crevasser mais en restant néanmoins limités au périderme ***(photo 6)***.

Lutte

- → **Utilisation de plants sains résultant de la sélection sanitaire généalogique,**
- → **Production dans un environnement favorable,**
- → **Utilisation de variétés résistantes (ou tolérantes),**
- → **Épuration des plants virosés,**
- → **Défanage avant maturité,**
- → **Traitement aux huiles minérales.**

3 Virus de l'Enroulement

(Potato Leaf Roll Virus = PLRV)

1

2

3

Agent responsable et transmission

Le virus de l'Enroulement est transmis par certains pucerons lorsqu'ils piquent le végétal pour s'alimenter de sa sève. Le virus de l'Enroulement est dit persistant car le puceron ne devient infectieux qu'après un temps de latence nécessité par le passage du virus dans l'intestin puis dans les glandes salivaires de l'insecte.

Description des symptômes en végétation

La manifestation des symptômes en végétation est différente selon qu'il s'agit d'une contamination de l'année en cours ou d'une contamination de l'année précédente :

- ***infection de l'année :*** les feuilles situées sur le sommet de la plante sont légèrement enroulées et présentent un jaunissement ***(photo 1).*** On peut noter quelquefois une pigmentation pourpre en bordure.
- ***infection de l'année précédente :*** les feuilles de la base sont fortement enroulées et durcies ***(photo 2)***, avec parfois une bordure violette due à la formation d'anthocyanes ***(photo 3)*** ; le port de la plante est plus dressé et les entrenœuds sont plus courts . On constate un jaunissement et parfois un nanisme de la plante.

Les tubercules-mères se décomposent plus difficilement et les tubercules-fils restent de petite taille. Des nécroses internes en réseau peuvent apparaître dans les tubercules de certaines variétés.

Lutte

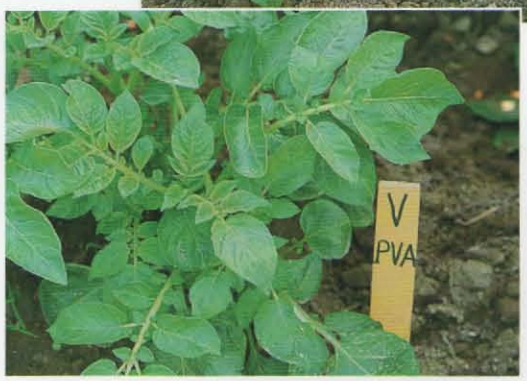
- → **Utilisation de plants sains résultant de la sélection sanitaire généalogique,**
- → **Production dans un environnement favorable,**
- → **Épuration des plants virosés,**
- → **Défanage avant maturité,**
- → **Traitements insecticides.**

Virus A

(Potato Virus A = PVA)

1

2



3

Agent responsable et transmission

Les pucerons sont les agents responsables de la transmission du virus A. Le virus A est un virus non persistant car il ne se conserve qu'une à deux heures dans le puceron devenu immédiatement infectieux après une piqûre sur une plante contaminée.

En pratique, seuls les pucerons transmettent ce type de virus.

Description des symptômes en végétation

La manifestation des symptômes en végétation est fonction de la variété et des conditions climatiques. Cependant lorsqu'il s'agit d'une **contamination de l'année en cours**, les symptômes correspondent à l'apparition de mosaïques légères et fugaces qui sont visibles surtout par temps couvert. Ces mosaïques sont des décolorations de certaines parties de la feuille qui ne sont pas limitées par les nervures. Cet aspect peut être renforcé, en disposant une feuille de papier blanc sous la feuille observée.
En revanche, lorsqu'il s'agit d'une **contamination de l'année précédente**, les symptômes peuvent être beaucoup plus prononcés, pouvant correspondre à un gaufrage des feuilles accompagné d'un phénomène de brillance ***(photo 1)*** et de mosaïque plus ou moins marquée selon les variétés ***(photos 2 & 3)***.

En cas d'infection mixte avec du virus X ou du virus Y, les symptômes peuvent être très prononcés.

Les symptômes de virus A varient fortement selon les conditions climatiques *(un temps froid et couvert permet de mieux les voir)*, la souche de virus et la variété.

Lutte

- **Utilisation de plants sains résultant de la sélection sanitaire généalogique,**
- **Production dans un environnement favorable, testage et renouvellement du plant,**
- **Épuration des plants virosés,**
- **Défanage avant maturité,**
- **Traitements aux huiles minérales.**

Virus X

(Potato Virus X = PVX)

1

2

3

Agent responsable et transmission

Le virus X provoque des symptômes de type mosaïque sur les pommes de terre.

La transmission du virus X dans la plante est assurée :

- **principalement de façon mécanique, par contact** entre les plantes soumises à des frottements (vent, machines, hommes, animaux, etc). En pratique, l'essentiel des contaminations est réalisé mécaniquement lors des passages d'engins,
- à un degré moindre, par les insectes lors de piqûres sur la plante.

Description des symptômes en végétation

La contamination de l'année en cours ne provoque pas de symptômes faciles à distinguer ; seule l'infection de l'année précédente les exprime nettement ***(photo 1)*** : apparition de mosaïques, limitées par les nervures ***(photo 2)***, sans déformation de feuillage sauf exception ***(photo 3)*** et latentes dans un grand nombre de cas.

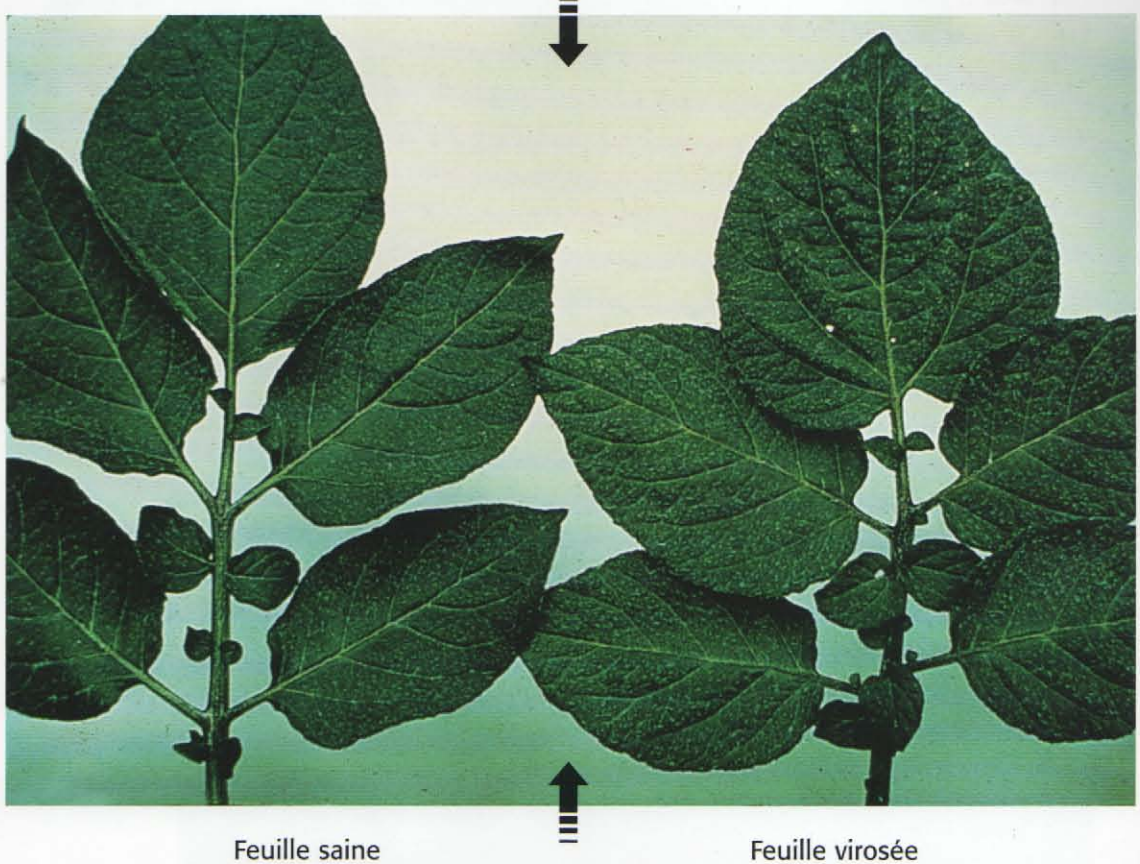
Les symptômes s'observent mieux en phase de croissance active des plantes et par faible ensoleillement.

Lutte

- Utilisation de plants sains résultant de la sélection sanitaire généalogique,
- Testage et renouvellement des lots en production de plant,
- Limitation des passages d'engins dans le jeune matériel (prébases),
- Épuration des plants virosés.

Virus S

(Potato Virus S = PVS)



Feuille saine

Feuille virosée

Agent causal et transmission

On distingue 2 types de souches de virus S : **les souches PVS°** ou ordinaires, très répandues en Europe (Allemagne, Pologne, Europe centrale) et **les souches andines PVS^{A}** , classées en parasites de quarantaine car absentes de l'Union Européenne et provoquant des réactions beaucoup plus sévères.

Le virus S est transmissible très facilement à la fois **par contact**, par les passages d'engins par exemple, et aussi par **les pucerons** selon un mode non-persistant (comme le virus Y). Les pucerons vecteurs les plus cités sont *Aphis nasturtii* et *Myzus persicae*.

Symptômes

Le virus S provoque des symptômes généralement faibles (latence), variables selon la variété et la souche virale :

- éclaircissement du feuillage,
- enfoncement des nervures sur la face supérieure des feuilles (rugosité sensible au toucher) ***(photo)***,
- réduction de la taille des feuilles,
- extrémité des folioles inclinées vers le bas,
- sur des variétés très sensibles : feuilles d'aspect bronzé, taches nécrotiques, plantes plus petites.

Lutte

L'incidence du virus S sur le rendement est faible. La lutte ne se justifie qu'en production de plants et consiste en :

- ⇢ **Utilisation de plants sains,**
- ⇢ **Testage du plant de prébase.**

Virus M

(Potato Virus M = PVM)

Agent causal et transmission

Le virus M appartient au même groupe que le virus S (Carlavirus). **Il est transmis par les pucerons** selon un mode non persistant. Sa gamme d'hôtes est limitée (Solanacées, Légumineuses).

Symptômes

Le symptôme le plus commun est celui des ***« feuilles en cuillère » (photo 1)*** correspondant à un enroulement mou des feuilles (alors que le virus de l'Enroulement provoque un enroulement « craquant »). Il se produit sur des plantes développées et plutôt sur les feuilles du sommet ***(photo 2)***.

On peut aussi observer les symptômes suivants :

- légère décoloration des nervures des feuilles du sommet,
- ondulation du bord des feuilles,
- mosaïque…

Les symptômes s'expriment surtout par temps frais et nuageux.

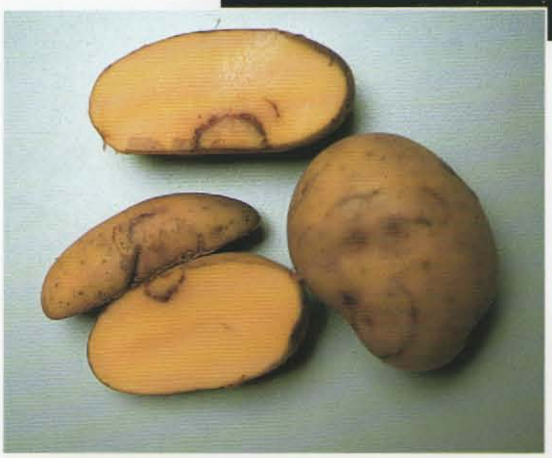
Lutte

Le virus M a une incidence limitée sur le rendement (10-20 %) et la lutte consiste essentiellement à tester le matériel de départ et les prébases pour obtenir du plant sain.

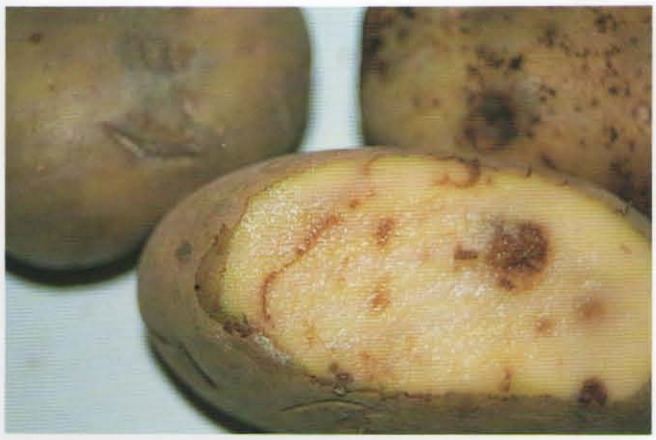
Virus du Rattle

(Tobacco Rattle Virus = TRV)

1



2



3

Agent responsable et transmission

Le virus du Rattle est transmis par des **nématodes libres du sol**, appartenant aux ***genres Trichodorus et Paratrichodorus***.

Ce virus est capable d'infecter près de 400 espèces végétales cultivées (*Pomme de Terre, Tabac, Betterave, Artichaut, …*) ou adventices (*des Amaranthes aux Vesces en passant par la Morelle noire, le Mouron, les Renouées, les Paturins, …*). Il peut donc se conserver de nombreuses années dans une parcelle contaminée.

La maladie est très mal transmise par le plant en général et la contamination se fait essentiellement par les mouvements de terre et le transport de graines contaminées.

Symptômes

Certaines souches virales provoquent des symptômes sur une partie du ***feuillage*** : feuilles déformées, plus petites avec des taches claires (presque jaunes) à contour diffus. Des arcs ou des bandes en chevrons jaune brillant s'observent parfois.

Les ***tubercules*** présentent des taches (ou des arcs) liégeuses brunes ***(photo 1)*** dans la chair du tubercule, parfois sans symptôme externe. Ces anneaux nécrotiques sont généralement de formes concentriques ***(photo 2)*** mais beaucoup moins régulières ***(photo 3)*** que celles dues au virus du Mop-Top.

Les attaques externes sont des nécroses brunes, assez souvent en anneau ou en arcs de cercle mais parfois on peut n'observer que des renflements ou au contraire des craquelures brunes de l'épiderme. À la coupe, ces nécroses externes se poursuivent généralement dans la chair du tubercule.
Les symptômes du virus du Rattle s'expriment surtout en climat froid et varient fortement selon la souche de virus, la variété et l'humidité du sol au moment de la tubérisation. La maladie s'observe surtout en sols légers, voire sableux, et en conditions humides, favorabes aux mouvements des nématodes.

Lutte

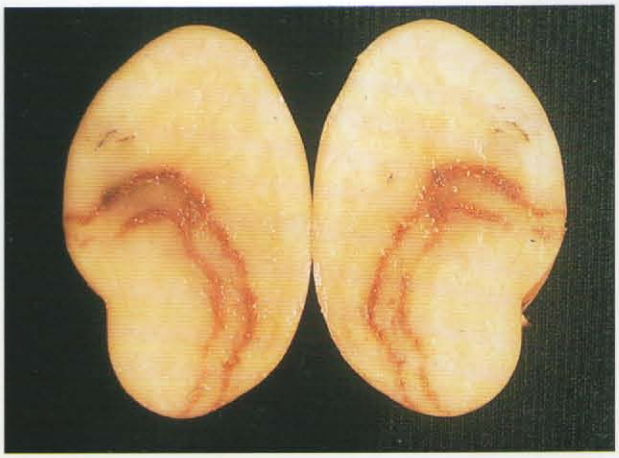
Le Rattle est essentiellement une maladie de sol et les méthodes de lutte assez limitées sont à raisonner au niveau de l'exploitatoin :

- **Le choix de parcelles saines pour les cultures de pomme de terre, notamment pour les variétés très sensibles comme Roseval, BF 15, Rosa,**
- **Le choix de variétés résistantes ou peu sensibles (Viola, Bintje, ...) pour les parcelles contaminées,**
- **Les traitements nématicides des sols atteints mais le coût et la toxicité sont élevés,**
- **Un désherbage efficace pour limiter les populations de nématodes dans le sol.**

Virus du Mop-Top

(« Sommet touffu »)
(Potato Mop-Top Virus = PMTV)

1



2

3

Agent responsable et transmission

Le virus du Mop-Top est transmis par un **champignon du sol**, ***Spongospora subterranea***, lui-même responsable de la **gale poudreuse** sur les tubercules ou les racines. Le virus peut se conserver plusieurs années dans le sol à l'intérieur des spores de conservation du champignon, ou sur des plantes-hôtes (Solanacées, Chénopodiacées).

Les zoospores du champignon, libérées par temps froid et humide, servent de vecteurs au virus pour pénétrer dans les racines ou les tubercules. La maladie est fréquente en Europe du nord, en sols lourds ou tourbeux.
Le plant porteur de symptômes ne transmet la maladie qu'à 20 à 50 % de la descendance et les recontaminations se font surtout par le sol ou le transport de terre.

Symptômes

- ***Sur feuillage :*** les feuilles de la base peuvent présenter des taches de couleur jaune brillant, parfois en arcs ou en chevrons.
  On observe parfois des bandes ou des chevrons vert clair sur les feuilles du sommet.
  Le symptôme le plus typique est le raccourcissement des entre-nœuds des feuilles du haut donnant un aspect touffu au sommet des plantes ***(photo 1)***.
- ***Sur tubercules :*** présence de nécroses brunes, en forme d'anneaux ou de lignes ***(photo 2)***, plus ou moins concentriques, qui se poursuivent souvent dans la chair du tubercule ***(photo 3)*** de façon quasi-continue à la différence du Rattle. Les symptômes sont parfois très limités à la récolte et évoluent ensuite en conservation. Le développement des symptômes est favorisé par des variations importantes de température (ex. frigo). Sur des variétés sensibles, il peut se produire des nécroses importantes ou des déformations.

Lutte

- → **Utiliser du plant sain provenant de zones indemnes,**
- → **Choisir des parcelles sans gale poudreuse,**
- → **Éviter les excès d'eau par irrigation excessive ou drainage insuffisant.**

Virus TSWV

ou virus des taches bronzées de la tomate
(Tomato Spotted Wilt Virus)

1

3

2

4

Agent causal et transmission

Il s'agit d'un virus de quarantaine, transmis par des insectes (thrips), qui peut être hébergé par de nombreuses plantes dont des Solanacées comme la tomate ou la pomme de terre, des Composées et de nombreuses plantes ornementales ou sauvages.

Il se rencontre plutôt en climat chaud favorable aux thrips, et donc plutôt en zone méridionale de production de primeur que dans les zones de plant.

SYMPTÔMES

En végétation : lors d'infection de l'année, on constate des zones brunes et des taches nécrotiques rondes ou en anneaux concentriques ***(photo 1)*** se desséchant puis tombant. L'attaque démarre par le sommet des plantes, avec des symptômes allant de la décoloration ou chlorose du sommet ***(photo 2)*** jusqu'à la nécrose et la mort de l'apex. On peut constater aussi des nécroses sur les tiges.

Lors d'infection de l'année précédente, il peut y avoir nanisme des plantes, enroulement des feuilles, frisolées et présence de taches nécrotiques ***(photo 3)***.
Les lésions de TSWV ont parfois un aspect nécrosé autour d'une zone verte centrale.

Sur tubercules : déformation des tubercules, avec éclatements, craquelures et taches sombres en surface ou sous l'épiderme. Présence parfois de taches internes de type rouille ***(photo 4)***, mais avec des anneaux parfois concentriques, associées à la pourriture.

LUTTE

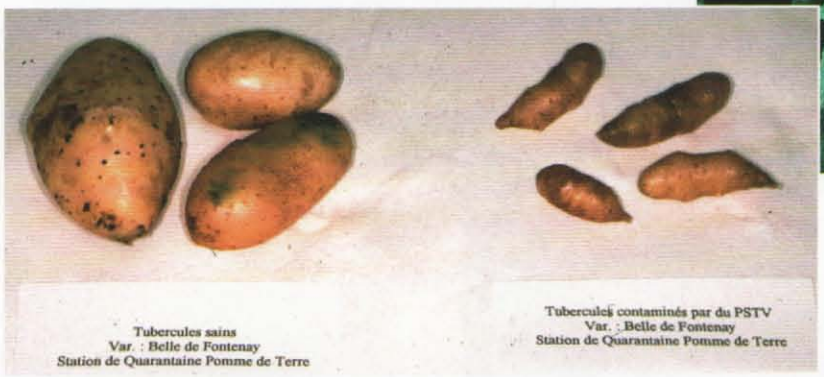
- **Parasite de quarantaine faisant donc l'objet de mesures réglementaires,**
- **Veiller à l'environnement (éviter le voisinage de serres de tomate),**
- **Utiliser du plant certifié.**

P.S.T.Vd

ou Viroïde des tubercules de pomme de terre en fuseau
(Potato Spindle Tuber Viroïd : PSTVd)

1

2



3

4

Agent responsable

Le viroïde est un organisme constitué d'une « particule » (acide nucléique de type ARN) non protégée par une enveloppe ou capside, ce qui le différencie d'un virus.

Description des symptômes

Les symptômes sur récolte consistent en un allongement des tubercules accompagnée de déformations pouvant conférer un aspect fusiforme aux tubercules avec une réduction de la taille des tubercules ***(photo 3)***. Les tubercules peuvent présenter aussi des bosselures au niveau des yeux. Dans le cas d'une souche virulente, des symptômes sur feuillage peuvent être observés en végétation ***(photos 1 et 2)*** : plantes nanifiées avec un port dressé, feuilles vert sombre, ou au contraire plus jaunes, parfois déformées ou enroulées en cuillère.
Certains isolats de ce viroïde peuvent induire de fortes déformations foliaires sur plant de tomate cultivé à des températures autour de 25 °C ***(photo 4)***.

Transmission

Le *P.S.T.V*d est transmissible par contact et peut donc être disséminé lors des opérations culturales. Il peut également être transmis par les pucerons dans le cas de co-infection avec le virus de l'Enroulement, ainsi que par les graines.

Détection et lutte

Du fait de l'absence de protéines de capside, les techniques sérologiques adaptées à la détection des virus (E.L.I.S.A. en particulier) ne sont pas utilisables. La détection utilise des techniques moléculaires ou d'électrophorèse.

La lutte contre le P.S.T.Vd, parasite de quarantaine, consiste essentiellement en une utilisation de semences certifiées et à éviter toute introduction de Solanées provenant de zones à risque (Amérique du Sud, Europe centrale ...).

STOLBUR

et autres Phytoplasmes
(PHYTOPLASMS : STOLBUR, ASTER YELLOW, PURPLE TOP, ...)

1

2

AGENT CAUSAL ET TRANSMISSION

On distingue actuellement 2 groupes principaux de phytoplasmes sur la pomme de terre :

- les maladies du type Stolbur et du Sommet Pourpre (Aster Yellow et Purple top) parmi lesquelles on distingue différents phytoplasmes selon les symptômes, la gamme d'hôtes ou le polymorphisme de l'ADN,
- les maladies du type balai de sorcière (Witches' broom).

Les phytoplasmes, comme le Stolbur, sont des organismes de type mycoplasmes (ou MLO), micro-organismes voisins des bactéries mais sans paroi et non cultivables en dehors d'un organisme vivant. Le Stolbur fait partie des parasites de quarantaine de l'union Européenne.

Les vecteurs principaux sont des insectes de la famille des cicadelles (*Macrosteles sp., Hyalestes sp.*), mais la transmission est possible aussi par une plante parasite : la cuscute. Le Stolbur a besoin de plantes réservoirs (cuscute, tomate, aubergine, jusquiame, belladone, datura, liseron des champs, etc...) pour servir d'inoculum car la transmission par la semence semble inexistante, à la différence du balai de sorcière.

La maladie est observée en Europe centrale, mais aussi en Europe du Sud, au Moyen-Orient, aux USA, en Australie, Asie… Le développement de la maladie est lent en cas de temps frais et humide.

Symptômes

Stolbur et Aster Yellow :

sur feuillage :

- pigmentation violacée des extrémités ***(photo 1)***
- décoloration jaune avec enroulement des jeunes feuilles, port des feuilles dressé,
- par temps sec, les plantes flétrissent et meurent,
- possibilité d'apparition de tubercules et stolons aériens.

Sur les parties souterraines :

- pourriture sèche à l'extrémité des racines,
- les tubercules perdent de l'eau et deviennent mous, pourrissant ensuite en conservation.

Les tubercules issus de plantes malades donnent des germes fileurs et des pousses faibles ***(photo 2)***.

Balai de sorcière :

Prolifération de nombreuses tiges grêles et érigées.

Détection

Indexage biologique (greffage sur plantes indicatrices), Sérologie pour certaines souches, PCR (amorces universelles phytoplasmes ou spécifiques du Stolbur), microscope électronique.

Lutte

➙ **Destruction des vecteurs (insecticides) et plantes hôtes,**

➙ **Utilisation de plants certifiés.**

GALE COMMUNE

Streptomyces scabies et Streptomyces sp.
(= COMMON SCAB ET NETTED SCAB)

1

2

3

4

AGENTS RESPONSABLES ET TRANSMISSION

La gale commune est provoquée par des bactéries appartenant au genre *Streptomyces*. On distingue 2 formes principales de gale commune (pustule et liège) ayant des caractéristiques très différentes : agent causal, conditions climatiques de développement, sensibilité variétale, qui doivent les faire considérer comme deux maladies différentes :

- La **gale commune en relief ou en pustules** est provoquée notamment par *Streptomyces scabies* mais aussi par d'autres espèces (*S. europaeiscabies, S. stelliscabies,* ...). L'optimum thermique de ces espèces se situe autour de 19 à 24 °C,
- La **gale plate ou en liège** est provoquée en particulier par *Streptomyces reticuliscabies* (et certaines souches de *S. europaeiscabies*) et a un optimum thermique de 13 à 17 °C. A l'inverse de la gale en relief, la gale liègeuse est favorisée par les conditions humides et provoque des nécroses sur le système racinaire.

Il s'agit de bactéries appartenant aux Actinomycètes (bactéries hétérotrophes qui forment une structure filamenteuse) et vivant dans le sol.
L'infection se fait par les lenticelles des tubercules, lors de la tubérisation dans le sol. Par contre, la maladie n'évolue pas après la récolte.

Description des symptômes

Les symptômes de la gale commune se manifestent uniquement en surface des tubercules et dépendent de divers facteurs, dont le type de souche de gale commune, la variété et les conditions climatiques.

Les symptômes sont très variés :

- ***Gale en pustules*** ou en relief : attaques plus profondes, avec présence de pustules s'enfonçant en cratères dans les tubercules ***(photo 1)***. Sur certaines variétés, les attaques peuvent se limiter à des symptômes en étoile ***(photo 4)***,
- ***Gale en liège*** (= gale plate ou superficielle) : présence de taches liégeuses superficielles ***(photos 2 et 3)***, en réseau ou non. Des symptômes sont visibles parfois sur les racines ou les stolons et, en cas d'attaque précoce, le rendement peut être affecté.

Lutte

- ➙ **Éviter les précédents favorables (betterave, carotte, radis...) ou l'apport de matière organique mal décomposée,**
- ➙ **Éviter les sols légers ou les préparations de terre favorisant l'aération des sols,**
- ➙ **Limiter les apports d'amendements calcaires juste avant la culture de pomme de terre,**
- ➙ **Irriguer pour saturer le sol au moment de l'initiation des tubercules (gale en pustule),**
- ➙ **Allonger les rotations (gale plate),**
- ➙ **Utiliser des variétés peu sensibles.**

JAMBE NOIRE et POURRITURE MOLLE

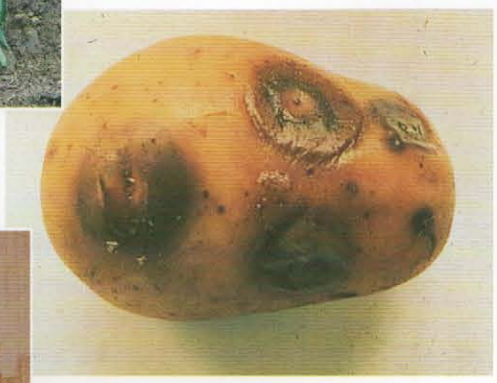
(Erwinia carotovora subsp. atroseptica) et
(Erwinia carotovora subsp. atroseptica et subsp. carotovora, Erwinia chrysanthemi)
(BLACKLEG = SOFT ROT)

1

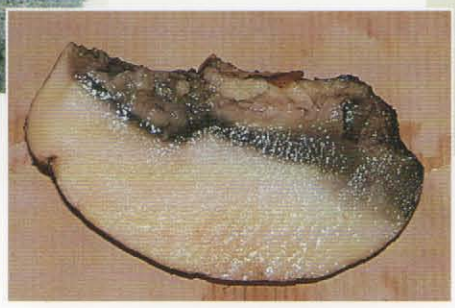
3

2

4



6



5

AGENTS RESPONSABLES ET TRANSMISSION

Dans les zones tempérées, la manifestation de la maladie de la **jambe noire** est causée principalement par la bactérie *Erwinia carotovora subsp.atroseptica*, dont le développement est favorisé par un climat frais et humide.
Dans les zones tropicales et subtropicales, la **jambe noire** peut aussi être provoquée par les bactéries *Erwinia carotovora subsp. carotovora* et *Erwinia chrysanthemi*.

Le développement de la **pourriture molle** des tubercules est du aux bactéries *Erwinia carotovora susp. carotovora* et *subsp. atroseptica*.
Les tubercules semblent assurer l'essentiel des contaminations mais le développement de la maladie dépend largement des facteurs climatiques

Description des symptômes en végétation

Les attaques précoces du parasite peuvent faire pourrir les tubercules-mères et provoquer des manques à la levée.
Le symptôme le plus typique est l'apparition du phénomène de jambe noire ***(photo 1)*** c'est-à-dire une pourriture noire plus ou moins humide de la base des tiges (et parfois des racines), due au développement bactérien. Les tissus se ramollissent et la mauvaise alimentation en eau de la plante peut entraîner un flétrissement du feuillage ***(photo 2)***, ainsi qu'un jaunissement et un enroulement des feuilles ***(photo 3)*** qui rend très nets les symptômes sur les plantes fortement touchées. Les conditions humides et fraîches favorisent la bactérie mais les symptômes s'expriment souvent mieux après un déficit hydrique.
Erwinia chrysanthemi provoque en conditions plus chaudes un flétrissement et une pourriture brune à noire de l'intérieur des tiges ***(photo 4)***.

Description des symptômes sur tubercules

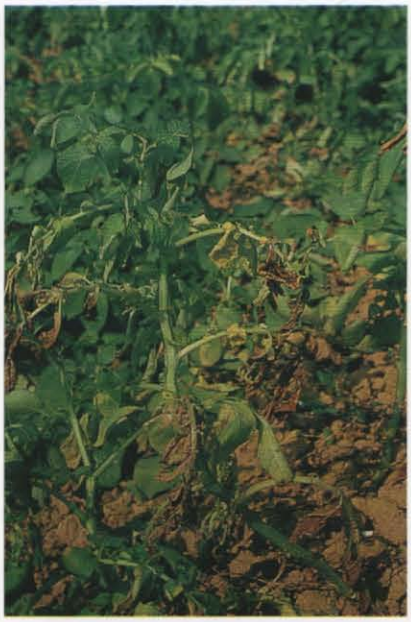
Les symptômes sur tubercules se caractérisent par des pourritures molles internes démarrant souvent du stolon. La bactérie dégrade les tissus du tubercule qui deviennent spongieux et la pourriture, d'abord de couleur claire, brunit ensuite ***(photo 5)***. D'autres organismes saprophytes se surajoutent rapidement et entraînent la formation d'odeurs nauséabondes et de mucosités.
Lors d'excès d'eau en terre ou en stockage, on peut observer des pourritures lenticellaires ***(photo 6)***.

Lutte

- **Éliminer en végétation l'ensemble des plantes présentant des symptômes (épurations),**
- **Éviter des fumures azotées excessives ainsi que des irrigations trop importantes,**
- **Limiter les blessures de tubercules lors des manipulations car elles constituent des portes d'entrée pour les bactéries,**
- **Éviter les excès d'humidité en séchant dès la récolte et en conservant en conditions aérées et sèches à basse température,**
- **Proscrire le trempage et la coupe des plants. Bien sécher après les traitements contre la fusariose et le rhizoctone.**

Pourriture brune

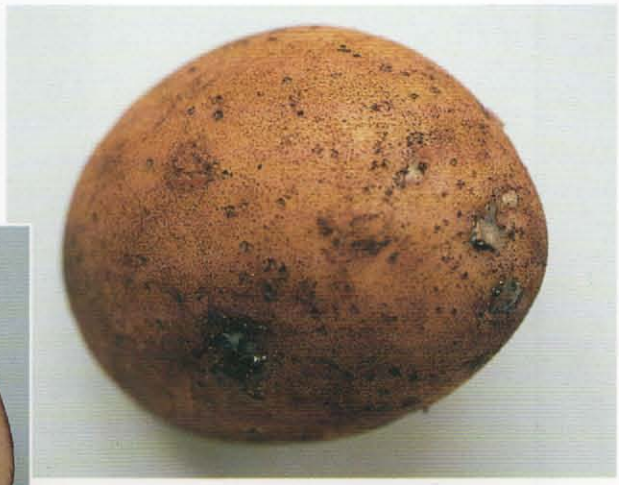
Ralstonia solanacearum, anciennement dénommée
Pseudomonas ou Burkholderia solanacearum
(Brown rot = Bacterial wilt)



1

2

3



4

Agent responsable et transmission

L'agent responsable de la pourriture brune est la bactérie *Ralstonia solanacearum* (anciennement dénommée *Pseudomonas ou Burkholderia solanacearum*). Cette bactérie se rencontre dans toutes les régions chaudes à tempérées du monde car l'optimum thermique des souches varie entre 25 et 30 °C.

La bactérie *Ralstonia solanacearum* se conserve dans le sol où elle peut survivre plusieurs années mais aussi sur d'autres plantes hôtes, appartenant aux Solanacées (tomate, morelle, poivron, aubergine, tabac, ...) ou non.

La bactérie pénètre par les racines et se propage par le système vasculaire ; elle est disséminée par l'eau d'irrigation (eau de surface) ou par le plant.

Description des symptômes en végétation

Les symptômes en végétation ne sont pas toujours très apparents. On peut parfois noter des flétrissements rapides du feuillage ***(photo 1)***, encore vert, plus ou moins rapides selon la température et l'humidité. Au début, le flétrissement est limité aux périodes chaudes de la journée puis il finit par se généraliser ***(photo 2)***.
Dans le cas d'attaque sévères, il peut y avoir suintement d'un exsudat bactérien après avoir coupé la tige.

Description des symptômes sur tubercules

L'expression de la maladie sur les tubercules se caractérise par la présence d'un brunissement rougeâtre des tissus vasculaires, visible après avoir coupé les tubercules. Une pourriture beige puis brune (ce qui explique la dénomination de la maladie) se développe ensuite au niveau de cet anneau vasculaire. Une section (et une pression) du tubercule montre le suintement d'un exsudat bactérien blanchâtre au niveau de l'anneau vasculaire ***(photo 3)***. Cet exsudat peut s'écouler aussi au niveau des yeux ou du talon, et est alors visible extérieurement car cet exsudat fait adhérer les particules de terre ***(photo 4)***.

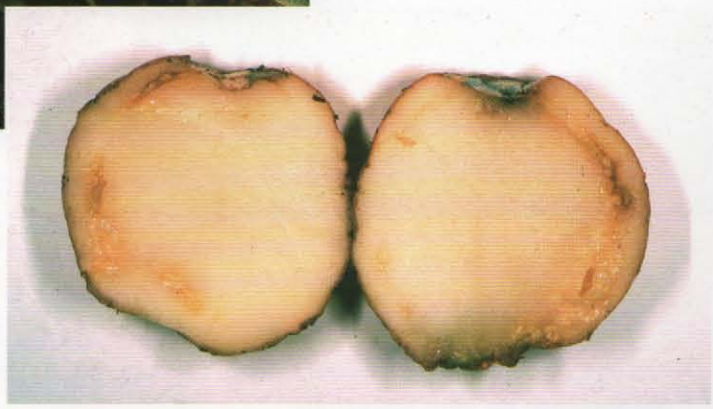
Lutte

Ce parasite est classé de quarantaine et fait l'objet de mesures de lutte obligatoire. Dans les parcelles contaminées, outre les mesures réglementaires prévues, il est recommandé de procéder à un assèchement (absence d'irrigation, drainage,...) et à la mise en place de cultures telles que certaines céréales (dont l'orge de printemps), certaines ombellifères (carottes), ou le lin.
L'utilisation de plant certifié, ayant fait l'objet de contrôles au champ et en laboratoire, reste la meilleure garantie.

Pourriture annulaire

Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus
(Ring rot)

1



2

Agent responsable et transmission

La bactérie *Clavibacter michiganensis subp. sepedonicus* (anciennement dénommée *Corynebacterium sepedonicum*) est l'agent responsable du flétrissement bactérien en végétation et de la pourriture annulaire sur les tubercules.
Cette bactérie peut survivre facilement sur les déchets de plantes, sur les outils agricoles (récolte et conditionnement) et dans tous les types de locaux. Elle est également transmise par le plant.

La maladie se développe plutôt par temps frais et humide et est donc surtout préoccupante dans des zones comme l'Europe du nord, le Canada ou les pays de l'Est.

Description des symptômes en végétation

Les symptômes en végétation ne sont pas toujours très apparents. Toutefois, on peut noter, sur quelques plantes, un flétrissement du feuillage ***(photo 1)*** qui se produit assez tardivement, avec des jaunissements, des enroulements et des nécroses du feuillage, à la différence de Ralstonia. Ce flétrissement ne s'accompagne pas d'une décoloration de l'ensemble des feuilles mais seulement de zones décolorées entre les nervures.

Description des symptômes sur tubercules

L'expression de la maladie sur les tubercules se caractérise par la présence d'un brunissement de l'anneau vasculaire à partir du talon qui va évoluer en pourriture molle (non humide). Cette observation nécessite la coupe transversale du tubercule.
Une pression du tubercule provoque le suintement d'un exsudat blanc jaunâtre bactérien provenant des tissus vasculaires ***(photo 2)***.
Des attaques sévères peuvent provoquer des craquèlements en surface.

Lutte

Il s'agit d'une bactérie de quarantaine (aucune tolérance n'est admise) qui fait l'objet de mesures de lutte obligatoire.

L'utilisation de plant certifié, ayant subi des contrôles sanitaires, reste la meilleure garantie.

Alternariose

Alternaria solani et Alternaria alternata
(Early blight)

1

2

Agents responsables et transmission

L'alternariose est provoquée par les champignons *Alternaria solani* et *A. alternata*.
La maladie provoque surtout des dégâts en climat continental, chaud et sec, mais est accentuée en culture irriguée.
L'alternariose est favorisée par la sénescence des plantes et des conditions climatiques bien précises :

- température élevée (20-25 °C) et rosée pendant la nuit pour permettre l'infection,
- alternance de périodes humides et ensoleillées pour la formation des conidies et la sporulation.

La dispersion des spores est assurée par le vent et les éclaboussures de pluie.

Description des symptômes

- ***Sur feuilles :*** taches nécrotiques, bien délimitées, de taille variable, situées plutôt sur les feuilles du bas ; présence d'anneaux concentriques sur les taches importantes *(photo 1)*.
- ***Sur tubercules :*** pourritures brunes à noires, très sèches, assez typiques, avec une dépression ***(photo 2)***.

Lutte

➙ **De nombreux fongicides antimildiou (mancozèbe, chlorothalonil, fluazinam, ...) sont aussi efficaces sur l'alternaria,**

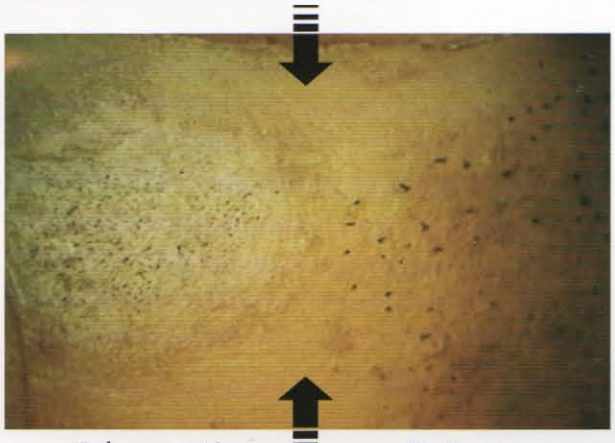
➙ **Éviter les stress accélérant la sénescence des plantes.**

Dartrose

Colletotrichum coccodes
(Black Dot)

1

2



3

Gale argentée — Dartrose

Agent responsable et transmission

Le champignon *Colletotrichum coccodes* est l'agent responsable de la dartrose. L'optimum thermique de ce champignon se situe entre 25 et 30°C, ce qui explique son développement plus important au cours des étés chauds.
Les sources de contamination sont, essentiellement, le sol, les déchets végétaux de pommes de terre et tomates, ainsi que les microsclérotes portés par les tubercules.

Description des symptômes en végétation

Les symptômes en végétation apparaissent de manière sporadique et se manifestent surtout lors d'étés chauds en provoquant un jaunissement, un enroulement vers le haut puis un dessèchement des tiges.
En fin de végétation, les parties souterraines de la plante présentent des attaques typiques ***(photo 1)*** : destruction précoce des racines, décollement de l'enveloppe des racines et formation de nombreuses ponctuations noires assez grosses (microsclérotes).

Description des symptômes sur tubercules

On note des lésions sur les tubercules dues à l'attaque du champignon : apparition de plages grises ternes sur lesquelles se forment des fructifications (microsclérotes porteurs de soies) ***(photo 2)*** plus grosses que dans le cas de la gale argentée (***photo 3*** : à gauche fines ponctuations = conidiphores de gale argentée et à droite grosses ponctuations = microsclérotes de dartrose) ; parfois, il y a des enfoncements plus ou moins nets avec une pourriture des tissus sous-jacents.

Lutte

Il est préconisé pour limiter les attaques de dartrose de :

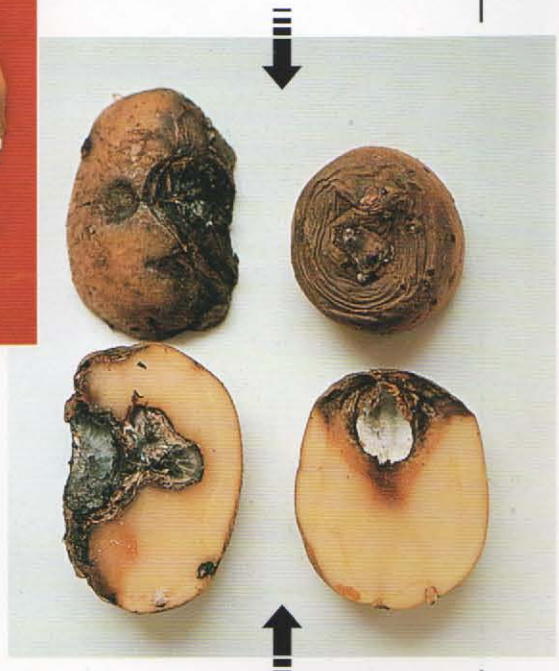
- **respecter une rotation d'au moins 3 ans,**
- **utiliser du plant sain,**
- **éviter les stress notamment hydriques (fumure et irrigation adaptée),**
- **traiter le plant avec un fongicide approprié,**
- **éviter toute irrigation excessive avant récolte risquant la dissémination du champignon,**
- **récolter suffisamment tôt et bien sécher ensuite.**

Fusariose

Fusarium roseum var. sambucinum et F. solani var. coeruleum , Fusarium sp.
(Dry rots)

1

2



3

Gangrène Fusariose

Agents responsables et transmission

La pourriture sèche (fusariose) des tubercules est provoquée par des champignons du genre Fusarium (notamment *Fusarium roseum var. sambucinum* et *Fusarium solani var. coeruleum*). Cette maladie peut exceptionnellement être observée dès la récolte mais généralement, elle se manifeste en cours de conservation, provoquant la destruction du tubercule.

Le tubercule et la terre contaminés véhiculent le champignon et sont ses vecteurs de propagation ; grâce à sa forme de conservation, les chlamydospores, le champignon peut aussi se conserver dans les locaux de conservation et sur le matériel.
Les Fusarium peuvent se multiplier et se conserver dans le sol constituant un réservoir d'inoculum primaire.
Les températures optimales pour l'infection des tubercules sont de l'ordre de 15 à 25°C.

Description des symptômes sur tubercules

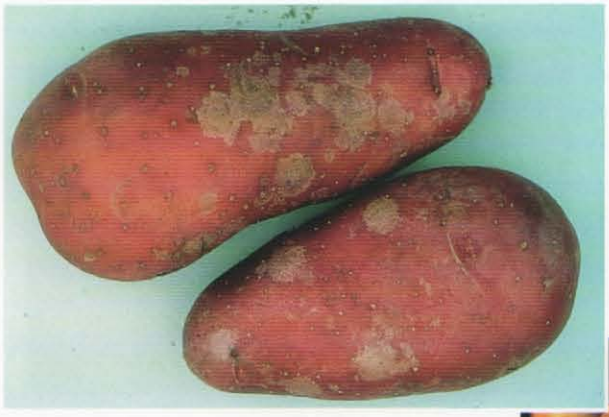
En surface, les tissus touchés brunissent et se dépriment (déshydratation), pouvant aller jusqu'à présenter des stries concentriques, parfois ornées de coussinets mycéliens blanchâtres ***(photo 1)***.
La coupe du tubercule montre une pourriture marron qui se développe vers l'intérieur ***(photo 2)*** où des cavités internes tapissées de mycélium apparaissent. Le tubercule peut se dessécher progressivement jusqu'à donner un tubercule « momifié » de consistance dure. En conditions humides, par contre, des attaques bactériennes se surajoutent et provoquent des pourritures molles.
Les pourritures fusariennes (***photo 3 :*** tubercule de droite) sont généralement moins sèches que celles provoquées par le Phoma, de type « coup de pouce » (tubercule de gauche).

Lutte

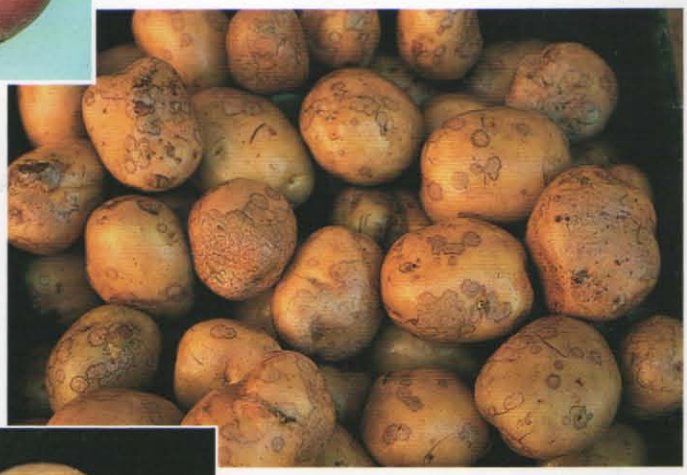
- **Éviter de blesser les tubercules lors des manipulations,**
- **Récolter dans un délai de trois à quatre semaines après le défanage,**
- **Éliminer les tubercules porteurs de pourritures,**
- **Bien sécher les tubercules à la récolte et favoriser la cicatrisation des blessures,**
- **Traiter peu de temps après la récolte avec un fongicide à base de thiabendazole + imazalil pour contrôler toutes les souches,**
- **Hygiène générale de l'exploitation (lavage et désinfection des locaux et matériel, élimination des déchets, ...).**

Gale argentée

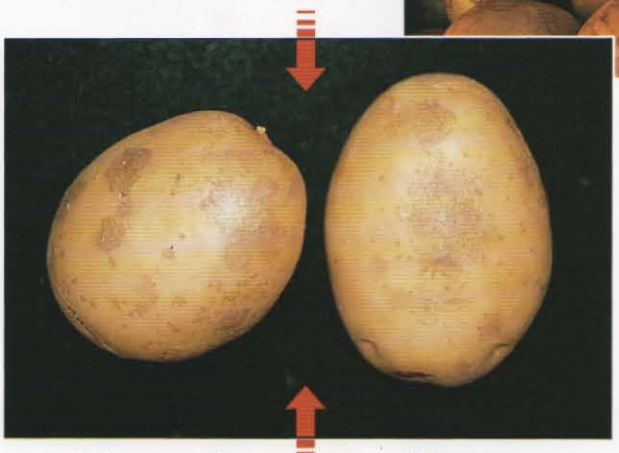
Helminthosporium solani
(Silver scurf)



1



2



3

Gale argentée Dartrose

Agent responsable et transmission

La gale argentée est due au champignon *Helminthosporium solani*. La transmission de ce parasite est assurée essentiellement par les tubercules contaminés ; il pourrait vivre dans le sol pendant une période de quelques mois.

La contamination a lieu principalement au champ mais est aussi possible en conservation.

Description des symptômes sur tubercules

On observe sur le tubercule des plages claires, argentées qui sont bien visibles pour les variétés de pomme de terre à peau rouge ***(photo 1)***. Ces plages s'étendent et se couvrent de très fines ponctuations noires (= fructifications du champignon ou conidiophores portant les spores). À la récolte, ces symptômes sont à peine visibles et ils se manifesteront surtout pendant la période de conservation lorsque la température et l'humidité sont favorables. L'optimum thermique se situe vers 20-25 °C mais il peut y avoir un certain développement dès 5 °C.

Le décollement de l'épiderme favorise la déshydratation et le flétrissement des tubercules ***(photo 2)***.

Les symptômes de gale argentée et de dartrose sont souvent confondus même si certains critères permettent de les différencier : taches mieux délimitées, plus argentées et avec de plus fines ponctuations noires pour la gale argentée (tubercule de gauche) que pour la dartrose (tubercule de droite de la ***photo 3***).

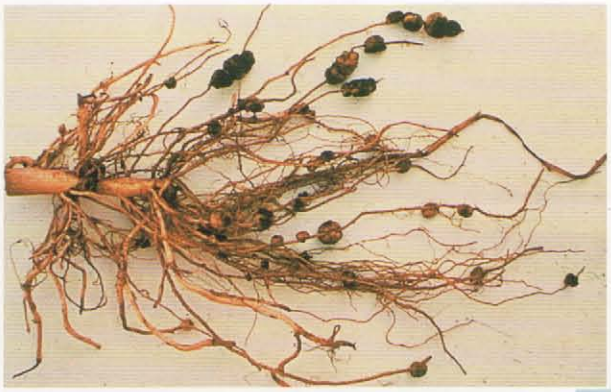
Lutte

Diverses mesures permettent de limiter l'extension de la gale argentée sans toutefois empêcher complètement son développement :

- **récolter dès que le périderme des tubercules est suffisamment formé,**
- **bien sécher les plants à la récolte,**
- **conserver dans de bonnes conditions de stockage (basse température et humidité limitée),**
- **éviter les phénomènes de condensation au cours du stockage ou lors du déstockage,**
- **utiliser du plant sain,**
- **traiter le plant avec des fongicides efficaces (spécialités à base de mancozèbe en particulier).**

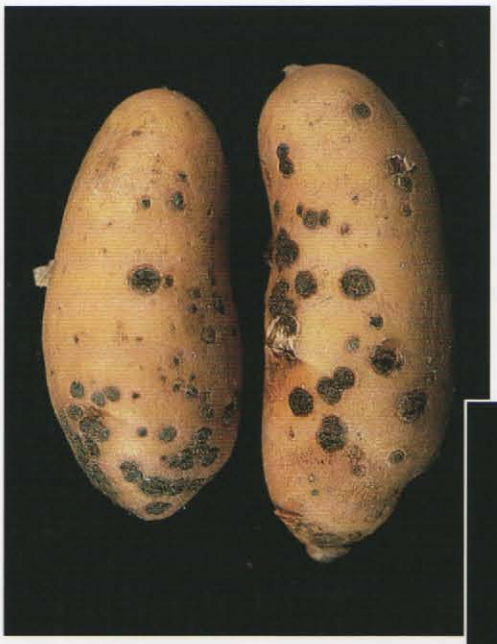
Gale poudreuse

Spongospora subterranea
(Powdery scab)

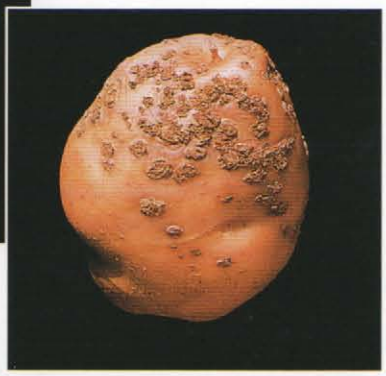


1

2



3



4

Agent responsable et transmission

La gale poudreuse est due au champignon *Spongospora subterranea* qui s'installe sur les tubercules de pomme de terre.
Les basses températures et la présence d'eau sont les facteurs favorables à son développement. Ce champignon peut subsister plusieurs années dans le sol, mais la dissémination de la maladie se fait surtout par les tubercules infectés.

L'attaque du *Spongospora subterranea* peut également porter sur les racines et les stolons. Ce champignon peut être l'agent du virus du Mop-top, responsable de nécroses internes du tubercule.

Description des symptômes sur racines

Formation de chancres sur les racines, blancs d'abord puis qui brunissent ensuite ***(photo 1)***.

Description des symptômes sur tubercules

Le champignon *Spongospora subterranea* s'installe sous l'épiderme des tubercules où il provoque des pustules de couleur claire ***(photo 2)*** qui prendront une teinte foncée à maturité ***(photo 3)***. Par la suite, les pustules éclatent et libèrent une masse brunâtre poudreuse contenant des ballonnets de spores ***(photo 4)***. Les symptômes ultimes de la gale poudreuse correspondent à de nombreuses petites dépressions liégeuses sur les tubercules, entourées de morceaux d'épiderme déchiré.
Un examen au microscope de ces ballonnets de spores typiques permet de s'assurer du diagnostic.

Lutte

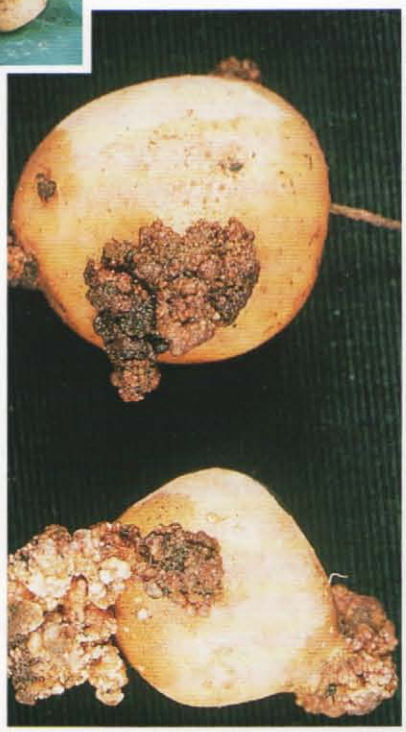
En raison du développement limité de cette maladie sur le territoire français, la lutte consiste surtout à utiliser du plant sain et, dans les zones à risque, à avoir de longues rotations (au moins 5 ans), à drainer les parcelles humides et à utiliser des variétés peu sensibles.

Des fongicides sont utilisés en traitement de plant ou de sol dans les pays concernés (Écosse, Scandinavie, ...).

Galle verruqueuse

Synchytrium endobioticum.
(Black wart)

1



2

3

Agent responsable et transmission

La galle verruqueuse est une maladie grave de la pomme de terre provoquée par un champignon primitif : *Synchytrium endobioticum*.
Les spores libérées par les tumeurs peuvent se conserver de nombreuses années (jusqu'à 30 années) dans le sol, sous forme enkystée.
Les attaques sont particulièrement sévères en climat froid et humide, comme en Europe du Nord et Centrale.

Symptômes

Des tumeurs, dues à la prolifération des cellules, de taille très variable (quelques mm à la taille du poing), se développent au niveau :

- des lenticelles,
- des stolons,
- des parties souterraines de tiges.

Les attaques se situent principalement en-dessous du niveau du sol ***(photo 1)***, quoiqu'en conditions très humides, on puisse aussi les observer sur les parties aériennes.
Les tumeurs ne se forment jamais sur les racines à la différence de la gale poudreuse ou des nématodes à galle.
Les tumeurs, d'abord blanchâtres, noircissent par la suite ***(photo 2)*** et libèrent une poudre noire de spores. Les tumeurs peuvent verdir si elles sont exposées à la lumière ***(photo 3)***.
La maladie peut évoluer en conservation.

Lutte

- → **Mesures de quarantaine (restrictions des importations de zones infestées, ...),**
- → **Emploi de plant sain,**
- → **Utilisation de variétés résistantes,**
- → **Pas de lutte chimique efficace.**

GANGRÈNE

Phoma exigua var. exigua et var. foveata
(GANGRENE)

1

2

3

AGENTS RESPONSABLES ET TRANSMISSION

La gangrène est une pourriture sèche du tubercule qui est principalement provoquée par le champignon *Phoma exigua var. foveata* (variété la plus agressive) mais aussi par *P. var. exigua*.

Ce champignon se conserverait dans le sol en saprophyte. La terre contaminée adhérente au tubercule va servir à la propagation du champignon qui pénètre par les blessures occasionnées au tubercule lors de la récolte et du conditionnement.

Les locaux de conservation et le matériel peuvent être aussi des sources de contamination.

Les basses températures, immédiatement après la récolte ou le conditionnement, favorisent le développement du *Phoma* à partir des blessures des tubercules, dans la mesure où elles ralentissent la cicatrisation des blessures.

Description des symptômes en végétation

Les attaques en végétation passent souvent inaperçues et ne provoquent qu'un jaunissement prématuré du feuillage. Des pycnides noires peuvent apparaître à la base des tiges en fin de végétation ou après le défanage.

Description des symptômes sur tubercules

Sur le tubercule, on observe des zones foncées en dépression donnant des taches en « coups de pouce » ***(photo 1)*** qui sont, en général, situées au niveau de blessures, des yeux, des lenticelles ou du talon.

La coupe d'un tubercule montre une pourriture sèche, de couleur brun-foncé ***(photo 2)***, où les pycnides se développent dans les cavités existantes ***(photo 3)***.

Lutte

Le Phoma est un parasite de blessure, et les méthodes de lutte comprennent les mesures suivantes :

- **récolter dans les 3-4 semaines après le défanage,**
- **limiter les blessures aux tubercules lors des manipulations (récolte, conditionnement, ...),**
- **éliminer les tubercules infectés,**
- **ventiler les lots de pomme de terre à la récolte pour favoriser la cicatrisation des blessures,**
- **éviter les températures basses (brutales) immédiatement après la récolte et le conditionnement,**
- **traiter avec un fongicide efficace (imazalil + thiabendazole).**

Mildiou

Phytophthora infestans
(Late blight)

1

2

3

4

5

6

Agent responsable et transmission

Le mildiou de la pomme de terre est provoqué par un champignon *Phytophthora infestans* appartenant à la classe des Phycomycètes, famille des Pythiacées.
Les facteurs favorables au mildiou sont notamment des températures de l'ordre de 17-20°C, une forte humidité et une végétation dense .

Description des symptômes en végétation

On observe sur le feuillage l'apparition de petites taches décolorées qui brunissent et sont entourées d'un halo jaune sur la face supérieure des feuilles ***(photo 1)***. À la face inférieure, en conditions humides, les fructifications du champignon (conidiophores et conidies) apparaissent sur le pourtour des taches et donnent un feutrage blanc caractéristique. La multiplication du nombre de taches, leur extension puis leur dessèchement peut conduire rapidement à la destruction du feuillage ***(photo 2)***.
Sur les tiges ***(photo 3)*** et les bouquets terminaux ***(photo 4)***, des taches brunes, parfois nécrotiques, sont souvent observées, porteuses aussi de fructifications, par temps humide.

Description des symptômes sur tubercules

Extérieurement, les tubercules atteints présentent des taches au contour mal défini, de couleur brune ou gris bleuâtre qui peuvent être un peu déprimées ***(photo 5)***.
Une coupe du tubercule montre des zones marbrées de couleur rouille en surface qui peuvent s'étendre vers le centre du tubercule ***(photo 6)***.
D'autres pathogènes peuvent ensuite se développer et provoquer des pourritures humides si la récolte est mal séchée.

Lutte

Dans tous les cas, la lutte doit être préventive : utilisation de plants sains, destruction des tas de déchets, bon buttage et protection fongicide assurée jusqu'au défanage.

Il existe de nombreux produits efficaces contre le mildiou : produits à base de cuivre (risque de phytotoxicité), fongicides de contact (manèbe, mancozèbe, fluazinam, ...), fongicides pénétrants (cymoxanil), diffusants (dimétomorph, propamocarbe) ou systémiques (métalaxyl, oxadyxil).

L'application des produits doit être raisonnée en fonction du type de risque épidémique (avertissements), du risque de résistance à certains fongicides et de la sensibilité variétale.

Oosporiose

Polyscytalum pustulans
(Skin spot)

1

2

3

Agent responsable et transmission

L'oosporiose est provoquée par un champignon *Polyscytalum* (anciennement *Oospora*) *pustulans* qui se rencontre dans les régions froides et humides de culture de la pomme de terre, comme la Grande-Bretagne ou la Scandinavie, notamment dans les sols lourds. L'infection peut provenir du sol ou du plant.

Description des symptômes

- ***Sur tubercules :*** petites pustules sombres de 0,5 à 4 mm de diamètre qui se développent à la surface des tubercules, soit de façon isolée ***(photo 1)***, soit en groupe autour des yeux et du talon en particulier ***(photo 2)***. Ces pustules proéminentes et coniques sont généralement entourées d'un anneau en dépression ***(photo 3)***. Le tissu sous-jacent est liégeux et se détache rapidement.

  Les symptômes peuvent évoluer durant les premières semaines de conservation si le séchage est insuffisant.

- ***Sur racines, stolons, germes :*** lésions brunes superficielles et fendillées, ressemblant à celles du rhizoctone.

La maladie passe souvent inaperçue sauf lors d'attaques importantes autour des yeux, empêchant la germination.

Lutte

- → **Emploi de plant sain,**
- → **Rotation des cultures,**
- → **Récolte précoce et séchage efficace.**

Pythium spp. et Phytophthora erythroseptica
(LEAK ET PINK ROT)

Pourriture aqueuse
(Pythium)

1

Pourriture rose
(Phytophtora erythroseptica)

2

AGENTS RESPONSABLES ET TRANSMISSION

Différents champignons oomycètes, de la famille des Pythiales, sont susceptibles de provoquer des pourritures molles de tubercules :

- des Pythium, notamment *P. ultimum*, agent de la **pourriture aqueuse**.
- *Phytophthora erythroseptica*, agent de la **pourriture rose**.

Ces champignons ont en commun de se conserver plusieurs années dans le sol et de nécessiter une forte humidité pour se développer.

Les Pythiums se développent plutôt en conditions chaudes et humides, en particulier lors de conditions orageuses au moment de la récolte et pénètrent par les blessures, alors que la Pourriture rose a un optimum thermique moins élevé.

Description des symptômes

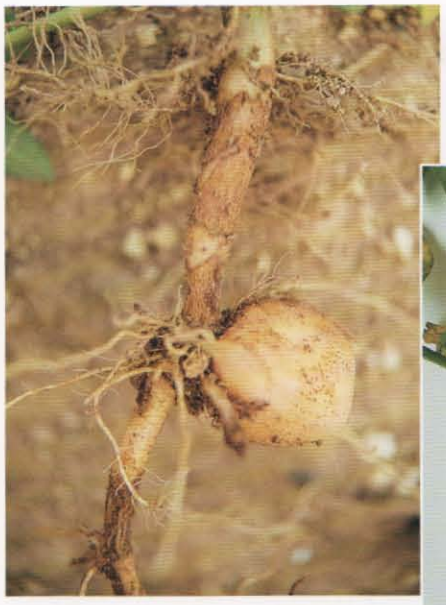
- ***Pythium :*** pourriture humide grise au départ, puis brunissant au contact de l'air. La texture des tissus atteints est relativement fluide, voire crémeuse et les tissus sains et malades sont nettement séparés. Les symptômes peuvent évoluer tant que le séchage n'est pas suffisant ***(photo 1)***.
- ***Phytophtora erythroseptica :*** pourriture des tubercules démarrant souvent au talon, avec des brunissements en surface et, à l'intérieur, des zones atteintes de couleur rose séparées des zones saines par un liseré noirâtre. Les tissus deviennent élastiques mais restent cohérents à la différence des pourritures bactériennes. À la coupe, les zones rosées noircissent en 1 heure ***(photo 2)***.

Lutte

- → **Emploi de plant sain,**
- → **Rotation des cultures,**
- → **Séchage rapide de la récolte et bonne ventilation en conservation,**
- → **Drainage éventuel des parcelles.**

Rhizoctone brun

Rhizoctonia solani (et R. crocorum)
(Black scurf = Stem canker)

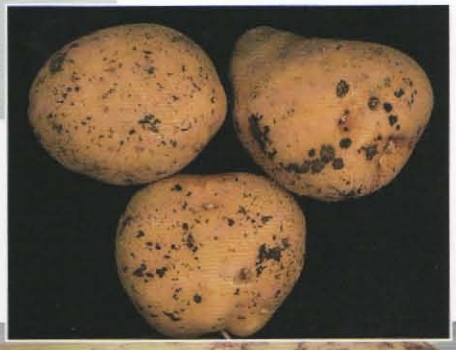


1

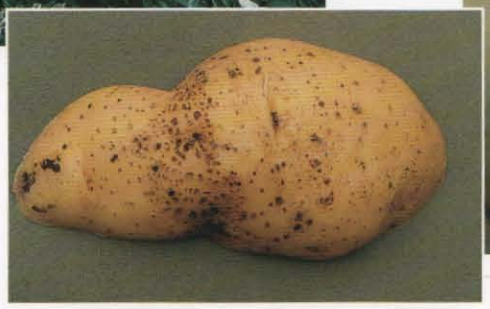
2

3

4



5



6

Rhizoctone violet

7

Agent responsable et transmission

Le rhizoctone brun de la pomme de terre est provoqué par un champignon *Rhizoctonia solani*, qui se développe à partir des sclérotes noirs fixés sur le tubercule-mère ou présents dans le sol. Ces sclérotes constituent la forme de conservation du champignon.

Description des symptômes en végétation

En début de végétation, lorsque les conditions climatiques sont froides et humides, l'attaque de Rhizoctonia solani se traduit par des levées irrégulières ou tardives des plantes : les germes enterrés, les stolons et les radicelles présentent des taches brunes profondes ***(photo 1)*** qui entraînent leur mort ou des retards de croissance.
Pendant la période de végétation, les plantes contaminées présentent un port dressé et on peut observer à l'aisselle des feuilles la présence de petits tubercules aériens ***(photo 2)***.
L'observation de plantes arrachées montre sur les parties infectées des zones nécrosées brunes et sèches. En conditions humides, un manchon mycélien blanchâtre peut s'y développer au niveau du sol ***(photo 3)***.
Le rhizoctone se traduit aussi par un enroulement et un jaunissement du feuillage ***(photo 4)***, un aspect chétif des plantes et une tubérisation groupée à la base de la tige.

Description des symptômes sur tubercules

Les tubercules contaminés portent à la surface de petits amas noirs très durs, appelés sclérotes, qui sont très visibles sur les tubercules lavés ***(photo 5)***.
Les tubercules issus de plantes atteintes sont petits, difformes, anguleux et parfois avec des desquamations rappelant la gale commune ***(photo 6)***. Dans certains cas, on peut observer des nécroses lenticulaires ou des petits bouchons liégeux (« dry core »).

Un champignon voisin, le Rhizoctone violet *R. crocorum*, se rencontre parfois en sols humides après certaines cultures comme la betterave et se présente sous la forme de filaments mycéliens de couleur violette à la surface des tubercules et stolons ***(photo 7)*** qui peuvent évoluer en pourriture.

Lutte

- **Utilisation de plant sain,**
- **Rotations longues,**
- **Plantation en sol réchauffé et bien préparé,**
- **Délai défanage – récolte pas trop long,**
- **Utilisation de fongicides en traitement de plant, occasionnellement du sol : Monceren (pencycuron), Dithane (mancozèbe), Iota (flutolanil), Oscar, …**

Sclérotiniose

Sclerotinia sclerotiorum
(White mold = Stalk break)

1

2

3

Agent responsable et transmission

La pourriture du collet ou sclérotiniose est causée principalement par le champignon *Sclerotinia sclerotiorum*, et plus rarement par *S. minor*.

La maladie se développe surtout en climat froid, avec des alternances de périodes sèches et pluvieuses, après des cultures sensibles comme le colza ou les protéagineux.

Description des symptômes

- ***En végétation :*** pourriture de la base des tiges, recouvertes d'un mycélium blanchâtre ***(photo 1)***. Les plantes touchées s'affaissent et dépérissent. On peut noter souvent la présence de gros sclérotes noirs à l'intérieur des tiges ***(photo 2)***.

- ***Sur tubercules :*** pourriture assez rare, démarrant du talon, avec présence de sclérotes au niveau de la pourriture ***(photo 3)***.

Lutte

➙ **Éviter le retour trop fréquent de cultures sensibles dans la rotation et limiter les attaques de *Sclérotinia* dans ces cultures,**

➙ **Éviter les excès d'azote.**

VERTICILLIOSE

Verticillium dalhiae et V. alboatrum
(VERTICILLIUM WILT)

1

2

3

AGENTS RESPONSABLES ET TRANSMISSION

Deux espèces principales de champignon du genre Verticillium (*Verticillium dahliae* et *V. alboatrum*) sont responsables de la maladie de la verticilliose sur pomme de terre.
Certaines espèces persistent sur des mauvaises herbes, sur les restes de végétaux ou sur d'autres cultures.
L'inoculum provient du sol, de l'eau d'irrigation ou de ruissellement.
L'infection peut se produire par les racines, les blessures et les germes.

Description des symptômes en végétation

Les symptômes en végétation s'expriment tardivement : dans un premier temps, il y a jaunissement des feuilles suivi par un flétrissement du feuillage qui se généralise ensuite à l'ensemble de la plante ***(photo 1)***. Les feuilles flétries brunissent, tombent ou restent fixées à la tige qui conserve une couleur verte.

Dans certains cas, le jaunissement ou le flétrissement peut ne concerner qu'un côté de la feuille, de la tige ou de la plante ***(photo 2)***.
En coupant la base des tiges atteintes, on observe généralement une coloration brunâtre des vaisseaux.

Sur les tiges mortes, on peut noter la présence de petits sclérotes noirs ou de mycélium suivant l'espèce de champignon.

Les tubercules atteints présentent des taches brunes au niveau de l'anneau vasculaire ***(photo 3)***, pouvant évoluer en cavités.
Les yeux peuvent présenter parfois des nécroses rose-brun.

Lutte

La verticilliose reste marginale sous nos climats et ne justifie pas à elle seule les méthodes de lutte conseillées qui sont :

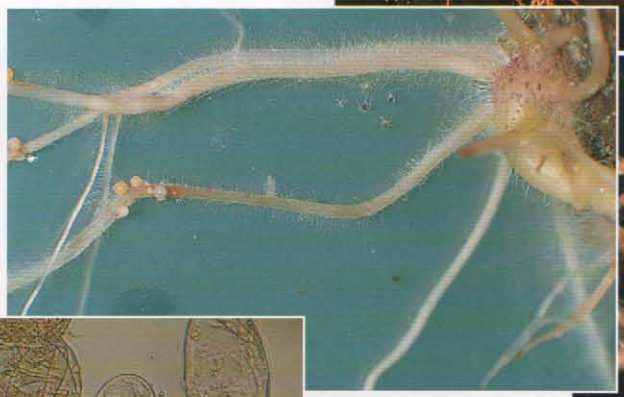
- **rotation minimale de 3 ans entre les cultures de solanacées,**
- **épuration,**
- **utilisation de plants certifiés,**
- **traitement fongicide avant plantation.**

NÉMATODES À KYSTE

Globodera rostochiensis et Globodera pallida
(POTATO CYST NEMATODES)

1

2



3

4

5

AGENTS RESPONSABLES

Ce sont des Nématodes ou vers de très petite taille (< 1 mm) visibles à l'oeil nu pendant la végétation sous forme de petites boules (kystes) attachées aux racines de la plante. La couleur de ces kystes est d'abord jaune chez *Globodera rostochiensis*, blanche chez *Globodera pallida* avant de brunir.

Description des symptômes

Pendant la période de végétation, la présence de nématodes à kystes sur la parcelle se traduit par l'observation de foyers, ou zones plus ou moins circulaires, à végétation faible ***(photo 1)***. L'observation de plantes arrachées dans ces foyers pendant la tubérisation ***(photo 2)*** montre sur le système radiculaire la présence des femelles blanches ou jaunes ***(photo 3)*** et de kystes bruns ***(photo 4)***.

Conservation et transmission

Le kyste résulte de la transformation de la femelle après la fécondation. Il peut renfermer plus de 1 000 larves ***(photo 5)*** et il est donc l'élément essentiel qui assure la conservation et la dispersion du nématode.
Entouré d'une paroi très épaisse, il est très résistant à l'action des températures basses et peut se conserver dans le sol pendant de nombreuses années (viabilité pouvant atteindre 15 à 20 ans dans nos régions).

De petite taille il se confond facilement avec les particules de terre. On le véhicule d'une parcelle à l'autre avec les outils agricoles, les roues des tracteurs ou tout autre phénomène pouvant entraîner un transport de terre (chaussures, eaux de ruissellement…).

Lutte

Ces parasites sont classés de quarantaine et doivent faire l'objet de mesures de lutte obligatoire.

Aucune méthode de lutte curative n'étant fiable à 100 %, ce sont des méthodes prophylactiques qui doivent être respectées : planter en parcelle indemne (ou testée), utiliser des semences certifiées, respecter des rotations longues (4 ans minimum), éliminer les repousses dans les parcelles, …

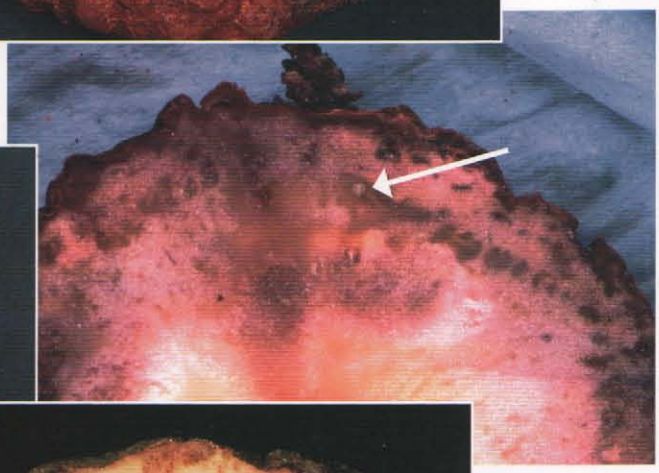
De nombreuses variétés de tout type sont résistantes à *G. rostochiensis* (possibilité de dommages mais pas de formation de kystes). Quelques variétés portent la double résistance (*G. rostochiensis* et *G. pallida*).

NÉMATODES À GALLE

Meloidogyne sp.
(ROOT-KNOT NEMATODES)

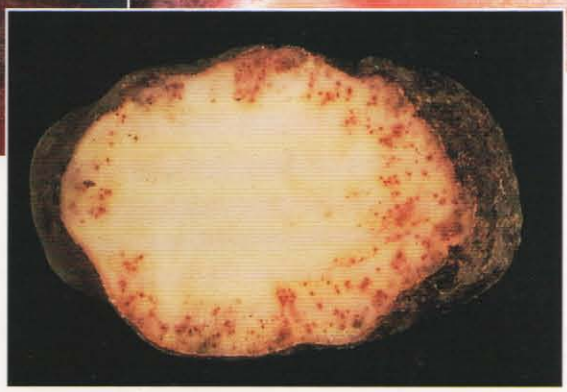
1

2



4

3



5

AGENT CAUSAL ET TRANSMISSION

Plusieurs espèces de nématodes à galle du genre ***Meloidogyne*** peuvent provoquer des dégâts sur pomme de terre (*baisse de rendement, déformations externes, nécroses internes*). Certaines espèces de ***Meloidogyne*** sont très courantes en pays chauds, depuis le pourtour méditerranéen jusqu'aux tropiques : ***M. arenaria, M. javanica, M. incognita***.

D'autres sont plus adaptées aux conditions méditerranéennes et tempérées : ***M. hapla, M. chitwoodi et M. fallax***.

Ces nématodes sont transmis par les tubercules de pomme de terre, avec ou sans symptômes, et par toute plante enracinée (tomate, laitue, etc). Ils sont extrêmement polyphages et se développent sur de nombreuses cultures (betterave, carotte, céréales, ray-grass, colza, ...) et mauvaises herbes (morelle, ...). En outre, *M. chitwoodi* et *M. fallax* se développent sur les graminées. Ils sont donc très difficiles à éradiquer.

SYMPTÔMES

- ***Sur plantes :*** nanisme.
- ***Sur racines :*** galles ***(photo 1)***.
- ***Sur tubercules :*** galles ou boursouflures lisses sur les tubercules ***(photo 2)***, ressemblant parfois à des pustules de gale commune.

À l'intérieur des tubercules, on peut observer sous l'épiderme des petites **masses blanchâtres gélatineuses et translucides** qui sont les femelles de nématodes et leurs masses d'œufs adhérentes ***(photos 3 et 4)***.
Les symptômes peuvent **évoluer ultérieurement en taches rougeâtres internes** ***(photo 5)***.
L'identification de l'espèce ne peut se faire qu'en laboratoire.

LUTTE

M. chitwoodi **et** ***M. fallax*** **sont classés parasites de quarantaine et font l'objet de mesures de lutte obligatoire.**

La lutte contre l'ensemble des nématodes à galle est difficile en raison de la gamme d'hôtes très étendue. Elle associe :

- ➙ **le choix de plants sains et le contrôle des introductions en provenance des zones touchées,**
- ➙ **des plantations précoces car la maladie se développe surtout en conditions chaudes (arrière-saison),**
- ➙ **des traitements nématicides en cas de fortes infestations,**
- ➙ **un vide sanitaire sans culture d'un ou deux ans ou une culture de céréale en présence de *M. arenaria, M. javanica* et *M. incognita*,**
- ➙ **aucune variété de pomme de terre n'est résistante. Mais d'autres plantes sont résistantes à *M. arenaria, M. javanica* et *M. incognita* (tomate possédant le gène M) et peuvent être utilisées avec succès dans la rotation.**

NÉMATODES LIBRES

Ditylenchus dipsaci et Ditylenchus destructor
(STEM AND BULB NEMATODES & POTATO ROT NEMATODES)

1

2

AGENTS RESPONSABLES

Ce sont des Nématodes ou vers de très petite taille, ne formant pas de kystes, donc invisibles à l'oeil nu tout au long de leur cycle de développement. Il s'agit d'espèces très polyphages se développant sur de nombreuses plantes cultivées et adventices, monocotylédones ou dicotylédones.

Description des symptômes

Ditylenchus dipsaci se développe sur les feuilles, tiges et tubercules de la plante. La croissance du végétal est réduite et les tubercules attaqués présentent des taches brunes.
Ditylenchus destructor se manifeste exclusivement sur les parties souterraines de la plante. Il pénètre directement dans le tubercule à partir des stolons, des lenticelles et des yeux. Aucun symptôme n'est visible pendant la période de végétation. À la récolte des lésions apparaissent sur le tubercule sous forme de petites taches brunes parfois étoilées (***photo 2***). En coupe les tissus sous-jacents apparaissent granuleux et spongieux ***(photo 1)***. Les taches grandissent et l'évolution finale se traduit par une momification du tubercule.

Conservation et transmission

Le nématode hiverne dans le sol et dans les débris de racines sous forme de larves et d'oeufs qui supportent des températures négatives, mais sont tués à partir de -5 °C.

Lutte

Ditylenchus destructor **a le statut de parasite de quarantaine.**

La lutte contre ces nématodes passe par :

- **l'élimination des adventices (soigner le désherbage) et des repousses,**
- **le respect de rotations longues (4 ans minimum),**
- **la désinfection du sol à l'aide de produits chimiques.**

Doryphore

Leptinotarsa decemlineata
(Colorado beetle)

1

2

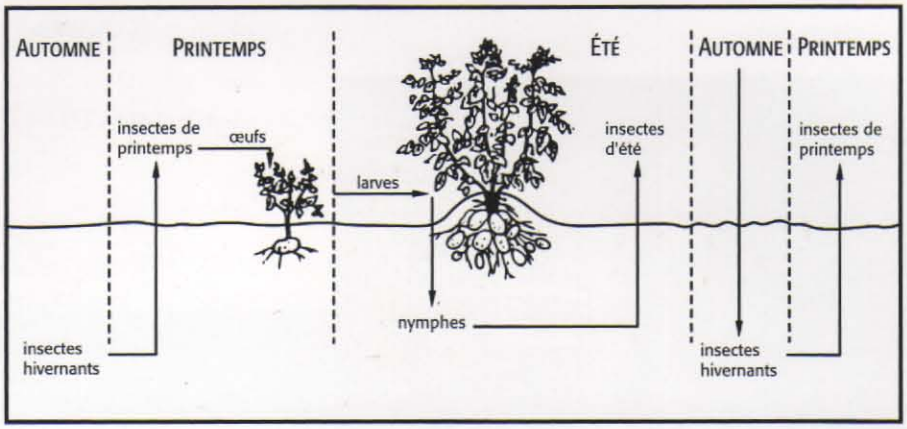
3

4

Agent responsable

Le Doryphore est un petit coléoptère de 10 à 12 mm, jaune rougeâtre avec plusieurs taches noires sur le thorax et cinq bandes noires sur les élytres ***(photo 1)***.
L'adulte pond des oeufs de couleur jaune orangé ***(photo 2)*** en amas sur la face inférieure des feuilles.
La larve, légèrement incurvée de couleur rouge-orangée, porte une double rangée de taches noires sur le côté de l'abdomen ***(photo 3)***.

CYCLE ÉVOLUTIF DU DORYPHORE



DESCRIPTION DES SYMPTÔMES

Les adultes hivernent dans le sol (20 à 30 cm) et remontent à la fin du printemps pour consommer les premières pousses de pomme de terre et parfois même l'épiderme des tiges. Ils sont alors très nuisibles en raison de leur voracité et du fait qu'ils peuvent consommer la totalité du feuillage ***(photo 4)***.

Les larves commencent à dévorer les feuilles qui les portent puis celles voisines jusqu'au sommet de la plante. Leur consommation est très importante et rapide.

En cas de forte infestation, la plante défoliée ne peut plus assurer le grossissement des tubercules : la diminution de rendement peut être très importante.

LUTTE

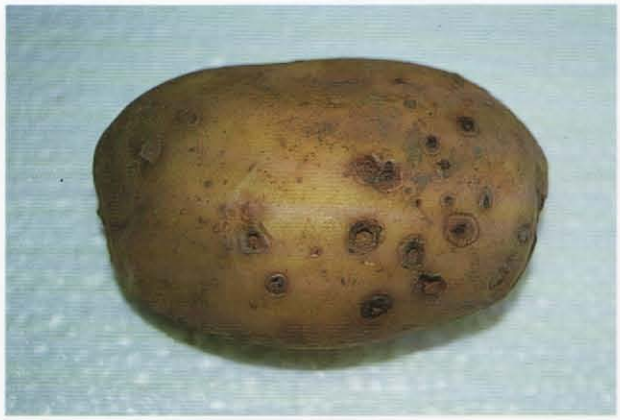
- → Éviter d'effectuer des façons culturales au moment où les larves cherchent à pénétrer dans le sol (été) ce qui faciliterait leur enfouissement,
- → Traitement chimique généralisé. Les larves sont facilement tuées par la plupart des insecticides mais les adultes sont très résistants.

De nombreux insecticides homologués vis à vis des pucerons présentent également une efficacité contre le doryphore.

Taupins

Agriotes sp.
(Wireworms)

1

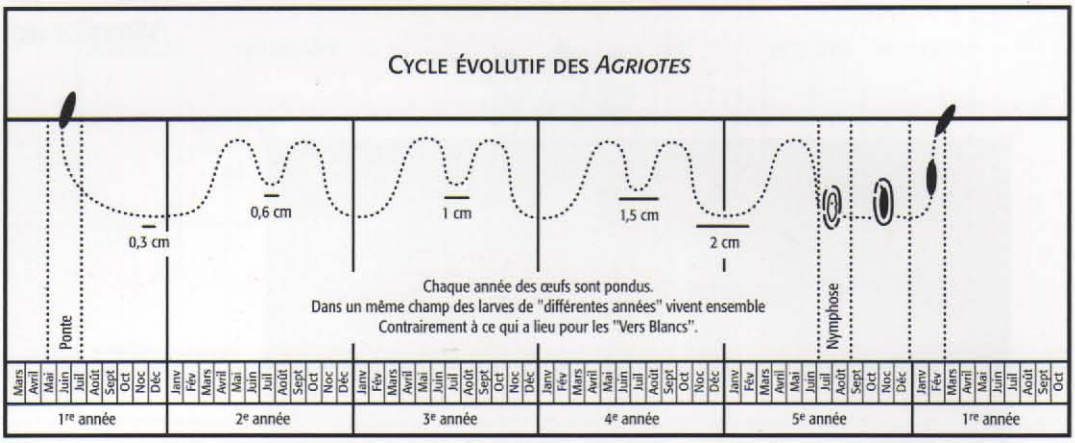


2

3

Agents responsables

Les espèces les plus couramment rencontrées en France appartiennent au genre Agriotes avec des espèces à cycle long (*A. obscurus, A. sputator* et *A. lineatus) et une à cycle court (A. sordidus)*.
Le taupin est un petit coléoptère dont la larve a une taille comprise entre 5 et 20 mm de longueur et une couleur variant du jaune brillant au brun noirâtre ***(photos 1 & 3)***.
Le cycle évolutif s'étale sur 4-5 ans sauf Agriotes sordidus dont la larve peut se développer en une année.
On note généralement deux remontées annuelles, l'une au printemps, l'autre en fin d'été.



DESCRIPTION DES SYMPTÔMES

Les insectes ont peu d'action sur le développement végétatif de la pomme de terre ; par contre, ils se nourissent de la chair des tubercules en y perçant des galeries, nuisant à la présentation de la pomme de terre ***(photos 2 & 3)***.
Les dégâts s'observent en particulier après des précédents favorables (prairies, jachère, …) et avec la simplification des techniques culturales de travail du sol.

LUTTE

- ➙ Effectuer des façons culturales au moment de la ponte (les oeufs et les jeunes larves sont très sensibles à la sécheresse),
- ➙ Traitement du sol en plein ou en localisé dans la raie de plantation avec un insecticide du sol autorisé pour cet usage,
- ➙ Lutte dans la rotation sur les autres plantes sensibles (maïs, tournesol, betterave,...)

Teigne

Phthorimea opercullella
(Tuber moth)

1

2

3

4

5

Agent responsable et transmission

La teigne de la pomme de terre est un parasite important dans les régions chaudes notamment sur le pourtour méditerranéen.
L'adulte est un petit papillon gris (***photo 5***) de 10-15 mm d'envergure, avec des ailes frangées, qui pond des oeufs dans les tiges, les germes, les tubercules ou dans le sol.
Une génération complète dure de 20 à 30 jours (à 30 °C) et il peut y avoir jusqu'à 10-12 générations par an.

Les larves apparaissent en moyenne 8 jours après la ponte. Le développement larvaire dure 14 jours en conditions favorables (températures autour de 25 °C). Des pupes (***photo 4***) sont alors formées sur les sacs, les tubercules, les feuilles ou les murs des locaux de conservation. ces pupes libèrent des adultes au bout d'une semaine.
La teigne se développe de préférence sur la pomme de terre et le tabac mais on peut aussi la trouver sur d'autres Solanées : tomate, aubergine, morelle, ...

SYMPTÔMES

- ***Sur feuillage :*** dégâts sur les feuilles et les pétioles par perforations et forage de mines pouvant affaiblir les plantes. Feutrage gris en surface.
- ***Sur tubercule :*** les chenilles creusent des galeries superficielles dans les tubercules (***photo 1, 2 et 3***), tapissées de fil de soie et les excréments noirâtres sont rejetés vers l'extérieur. D'autres pathogènes peuvent s'installer dans ces galeries et entrainer des pourritures de tubercules.

LUTTE

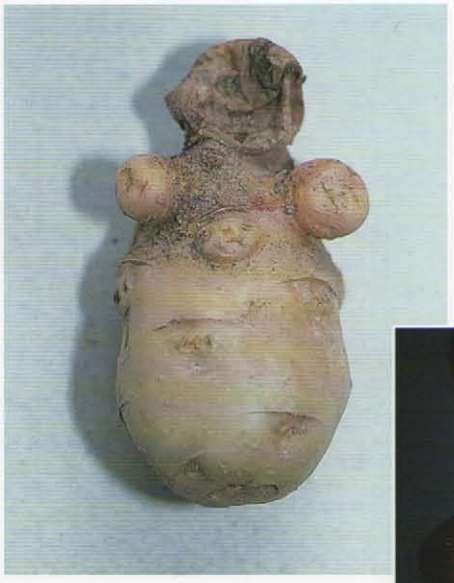
- → **Destruction des tubercules contaminés,**
- → **Rotations longues,**
- → **Éviter les sols soufflés, crevassés, ... favorables aux pontes dans les tubercules,**
- → **Récolte précoce,**
- → **Désinfection des locaux,**
- → **Traitements insecticides en végétation ou avant conservation.**

DÉSORDRES PHYSIOLOGIQUES

(PHYSIOLOGICAL DISORDERS)

1

2



3

4

5

Divers désordres physiologiques, dont l'origine n'est pas parasitaire, peuvent être provoqués par les conditions d'environnement et de nutrition. Ils sont parfois associés à la présence d'agents pathogènes intervenant dans un deuxième temps, si les conditions sont favorables.

Boulage : *(premature tuber formation)*
Formation de tubercules fils à partir d'un tubercule mère sans développement foliaire *(photos 1& 2)*. Le boulage résulte d'une mauvaise conservation ou d'une conservation trop longue. La plantation à température basse ou l'égermage répété favorisent ce phénomène, lié aussi à la sensibilité variétale à l'incubation.

Enroulement des germes : *(coiled sprouts)*

Lors de plantation de tubercules fortement germés dans un sol froid, ce qui est notamment le cas en primeur, on observe parfois une non-émergence ou des retards à la levée dus à une croissance anormale des germes (en anneaux notamment). Ces conditions favorisent les attaques de rhizoctone sur les germes.

Repousses, diabolos, crevasses, vitrosité :
(second growth, tuber cracks, glassy tubers)

Le terme de repousse s'applique à des conditions de culture alternant une période de culture chaude et sèche pendant laquelle la croissance des tubercules est bloquée suivie d'un temps frais et humide (pluie ou irrigation) favorable à la croissance rapide des plantes.
Des déformations de tubercules se produisent alors lors du redémarrage de la croissance : tubercules difformes, en diabolos, excroissances, fissures ou fentes de croissance, ... ***(photo 3)***.
Dans les cas les plus sévères, l'amidon des tissus les plus anciens peut se transformer en sucres réducteurs donnant à la chair un aspect translucide, vitreux, se liquéfiant parfois et rendant les tubercules impropres à la consommation.

Dégâts dus au gel ou au froid : *(freezing or chilling injury)*

- ***Sur la végétation :*** Symptômes de brûlure, les feuilles se fanent. Les plus atteintes sont généralement les feuilles supérieures et celles situées sur la périphérie. La plante repart des parties non touchées.
- ***Sur tubercule :*** Les symptômes apparaissent lors du réchauffement après le gel. Le tubercule devient mou sur la partie gelée. L'intérieur se liquéfie et noircit. Dans le cas de gel partiel, on observe des taches grises à noires et irrégulières dans la chair mais plutôt en périphérie du tubercule.
  Les dégâts peuvent également avoir lieu lors d'un stockage à basse température (voisine de 0°C) pendant une période relativement longue. Dans ce cas, il peut y avoir blocage de la germination et/ou des marquages sur le tubercule (nécrose et parfois enfoncements de la peau) ***(photo 4)***.
  Des nécroses de la peau peuvent apparaître lors d'une mise en stockage brutale à basse température sur des variétés à peau fine ***(photo 5)***.

Dégâts dus à la chaleur : *(sunscald)*

Les tubercules exposés pendant plusieurs heures, au champ ou ultérieurement, au soleil et à une forte température prennent un « coup de chaud » et les tubercules présentent un aspect métallique, avec un brunissement des tissus sous-jacents. Les tissus superficiels sèchent et ces tubercules se conservent mal.
Les fortes chaleurs peuvent aussi provoquer le cœur noir et la filosité des germes.

Dégâts dus à l'excès d'eau (lenticellose) : *(enlarged lenticels)*

Des conditions de forte humidité du sol pendant plusieurs jours favorisent un agrandissement des lenticelles sur les tubercules, qui déprécie l'aspect de la récolte et favorise la pénétration d'agents de pourriture.

DÉSORDRES PHYSIOLOGIQUES

(Physiological disorders)

6

7

8

9

10

Taches de rouille : *(Internal rust spot)*

En coupe, la chair du tubercule est ponctuée de taches ou points de couleur « marron-rouille » ***(photo 6)***. La maladie peut être confondue avec le mildiou ou avec le virus du rattle.
Contrairement au mildiou, l'extérieur du tubercule ne présente aucun symptôme, et les taches ne communiquent pas avec l'épiderme.
Le phénomène est lié à une sensibilité variétale, conjuguée aux conditions climatiques.

Cœur brun et cœur creux : *(brown center and hollow heart)*

Ces deux problèmes physiologiques internes au tubercule semblent assez liés car le cœur creux est précédé du cœur brun chez certaines variétés, comme Russet burbank. ou BF.15.

Les facteurs impliqués seraient des basses températures après l'initiation de la tubérisation (<15 °C pendant 5 à 7 jours) ainsi qu'une humidité importante (80-85 %) qui détruiraient les cellules de la moelle. Ensuite, une croissance lente et régulière favoriserait le cœur brun alors qu'une croissance rapide serait favorable au cœur creux.
Le cœur brun débute par une tache nécrotique marron au centre du tubercule qui peut s'agrandir et présenter aussi une fissure.
Dans le cas du cœur creux ***(photo 7)***, une cavité longitudinale, plus ou moins grande, se forme au centre des tubercules les plus gros, avec parfois une forme en croix. Les parois de cette cavité brunissent et un liège cicatriciel se forme. Le cœur creux est un phénomène variétal lié aux conditions climatiques favorables au grossissement rapide des tubercules (forte alimentation en eau et en azote, faible densité, ...).

Cœur noir : *(blackheart)*

Le cœur noir ***(photo 8)*** se produit dans le cas d'un manque d'oxygène nécessaire à la respiration des tubercules. Il est lié à une mauvaise conservation ou à une période prolongée sans oxygène (frigo ou conteneur mal aéré) associée ou non à un stockage à la chaleur ou au contraire à des températures très basses.
Il est parfois associé à la présence de petites taches brunes déprimées en surface du tubercule, provoquées par l'asphyxie des tissus, en cas de renouvellement d'air insuffisant.

Noircissement interne : *(blasckspot & bruise damage)*

Le noircissement interne se caractérise par la présence de taches gris-bleu (taches cendrées), juste sous la peau des tubercules ***(photo 9)***. Cette coloration, due à la transformation de la tyrosine en mélanine, est provoquée par les endommagements du tubercule (les taches apparaissant 1 à 3 jours après la lésion) et est souvent associée à une compression des tissus sous-jacents. Le noircissement interne est favorisé par la sensibilité variétale, la teneur en matière sèche (récolte après une période sèche ou dessèchement en conservation), la manipulation des tubercules à des températures basses (moins de 10 °C) ou une fertilisation déséquilibrée.

Rosissement de la chair : *(pink discoloration of the flesh)*

L'apparition d'une coloration rose à violacée de la chair, sous forme de marbrures ***(photo 10)***, généralement localisées dans la moelle des tubercules, est un phénomène qui se rencontre sur certaines variétés, comme Roseval mais aussi des variétés à peau jaune (Record). Cette pigmentation, non toxique et due à des anthocyanes, est favorisée par différents facteurs :

- la lumière : les tubercules situés près de la surface du sol sont plus atteints ;
- l'alternance de nuits fraîches et de jours chauds ;
- un sol sec ou riche en azote.

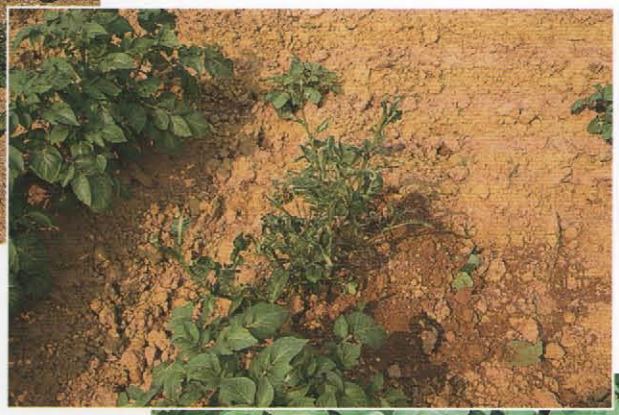
Verdissement : *(greening)*

Le verdissement de la peau des tubercules est provoqué par la lumière qui permet la synthèse de chlorophylle mais aussi de substances alcaloïdes toxiques comme la solanine.

DÉGATS DE TRAITEMENTS

(CHEMICAL DAMAGES)

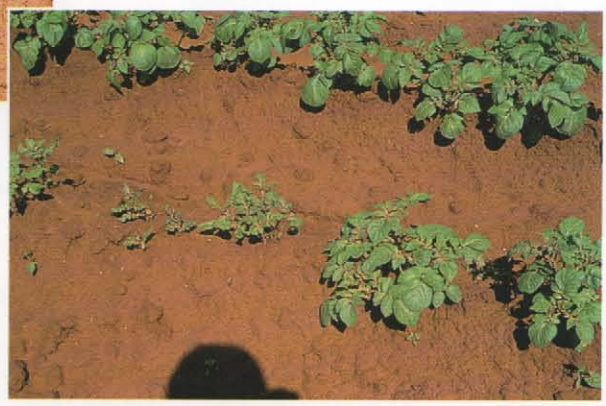
1



2

4

3



5

Des traitements mal appliqués peuvent avoir des conséquences plus ou moins graves sur les cultures de pomme de terre avec parfois des répercussions sur la descendance de la culture, ce qui implique de les prendre en considération lors de l'inspection et des notations des cultures.

Dégâts d'herbicides : *(herbicides damages)*

Les dégâts dus aux herbicides s'observent généralement sur le feuillage.
Lorsque les dommages sont dus à l'herbicide utilisé sur la culture de pommes de terre, les symptômes sont souvent caractérisés par un jaunissement de l'extrémité des premières feuilles juste après la levée, puis d'un marquage des feuilles de la base (nervures blanches) plus tard en végétation.

La sensibilité aux herbicides (*SENCORAL* notamment) est plus ou moins forte selon les variétés ***(photo 1)***. L'application d'herbicide juste à la levée des plantes et des conditions climatiques froides et humides favorisent les dégâts d'herbicides.

Les *hormones* appliquées sur la culture elle-même, ou dérivant d'une culture voisine, peuvent provoquer des dégâts. Parfois, les symptômes ne s'observent que sur la végétation de l'année suivante. Les plantes restent chétives, le feuillage est difforme ***(photo 2)***. Les feuilles ne se développent pas, avec des symptômes relativement typiques comme les tiges en crosse. Les symptômes peuvent apparaître dès la levée ou quelques semaines plus tard ***(photo 3)***, lorsqu'il s'agit de résidus d'herbicides dans le sol ***(photo 4)***.

D'autres herbicides (*glyphosate*, ...) peuvent provoquer même à faible dose (résidu de traitement dans un pulvérisateur mal nettoyé) des déformations sur les plantes issues de la récolte ***(photo 5)***.

Phytotoxicité des huiles : *(mineral oils damage)*

Les huiles minérales provoquent divers dégâts ***(photo 6)*** sur le feuillage (brûlures, nécroses brunes, crispations, durcissement du feuillage qui prend des reflets métalliques, ...), notamment sur les jeunes feuilles du sommet. Ces symptômes, qui s'accompagnent d'un retard de croissance, sont accentués et sont très visibles lors de fortes chaleurs ou coups de froid, et lors de doses fortes et répétées, mais n'ont pas de conséquence sur la descendance.

Certains fongicides anti-mildiou sont incompatibles avec les huiles minérales (***photo 7*** : fluazinam + huile).

Brûlures de traitements sur tubercules : *(chemical damages on tubers)*

Tout traitement chimique est susceptible d'entraîner des problèmes mais, en pratique, les principaux problèmes sont rencontrés dans les cas suivants :

- *traitement Fungaflor TZ (photo 8) :*

  Dépressions à la surface des tubercules, pourritures éventuelles, baisses de rendement, retards à la levée.
  Ce manque de sélectivité est dû à un mauvais ressuyage après le traitement ou à un traitement effectué sur des tubercules germés.

- *traitement défanant (photo 9) :*

  Pourriture au talon et brunissement de l'anneau vasculaire, favorisé par un défanage brutal, sur feuillage déshydraté, par forte chaleur ou fin de journée.

DÉGATS DE TRAITEMENTS

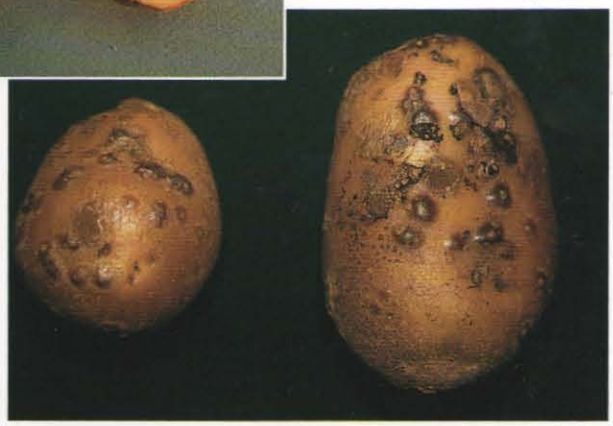
(chemical damages)

6

7

9

8



10

- ***traitement antigerminatif au CIPC (photo 10) :***

  Présence de zones proéminentes brunes en surface
  On observe ces symptômes lors d'application du CIPC sur tubercules humides et/ou fraîchement récoltés (moins de 2 semaines)

- ***traitement de plant :***

  Des manques ou retard à la levée, baisse de rendement, plantes chétives s'observent parfois après des traitements de plant au printemps contre le rhizoctone.
  Cette phytotoxicité s'observe notamment pour les traitements liquides avec un mauvais ressuyage et parfois une remise en frigo trop rapide.

Principales méthodes de détection utilisables pour les différents pathogènes cités

Virus

Virus Y	ELISA *(sérum INRA-FNPPPT)*
Virus Y nécrogène	RT-PCR
Virus de l'enroulement	ELISA *(sérum INRA-FNPPPT)*
Virus A	ELISA *(sérum INRA-FNPPPT)*
Virus X	ELISA *(sérum INRA-FNPPPT)*
Virus S	ELISA
Virus M	ELISA
Virus du rattle	RT-PCR
Virus du Mop-Top	ELISA ou RT-PCR
Virus du TSWV	ELISA

Viroïde

Viroïde des tubercules en fuseau	Hybridation moléculaire, RT-PCR ou Electrophorèse PAGE

Mycoplasmes

Stolbur et autres MLO	PCR, (ELISA), indexage

Bactéries

Gale commune	visuel, PCR
Jambe noire	ELISA, PCR, isolement
Pourriture brune	immunofluorescence *(sérum INRA-FNPPPT)*, PCR
Pourriture annulaire	immunofluorescence *(sérum INRA-FNPPPT)*, PCR

Champignons

Alternariose	*A. solani*	visuel, isolement
Dartrose	*C. coccodes*	visuel, isolement
Fusariose	*Fusarium*	visuel, isolement
Gale argentée	*H. solani*	visuel, isolement
Gale poudreuse	*S. subterranea*	visuel, ELISA, PCR
Galle verruqueuse	*S. endobioticum*	visuel, PCR
Gangrène	*Phoma*	isolement
Mildiou	*P. infestans*	isolement
Oosporiose	*P. pustulans*	visuel
Rhizoctone brun	*R. solani*	visuel, isolement
Sclérotiniose	*S. sclerotiorum*	visuel, isolement
Verticilliose	*Verticillium*	visuel, isolement

Ravageurs

Nématodes à kyste	*Globodera*	extraction+visuel
Nématodes à galle	*Meloïdogyne*	visuel (microscope)
Nématodes libres	*Ditylenchus*	extr.+visuel (microscope)
Doryphore	*L. decemlineata*	visuel
Taupins	*Agriotes*	visuel
Teigne	*P. opercullela*	visuel

Adresses utiles

Pour plus d'informations sur la réglementation technique concernant les plants de pomme de terre ou sur les maladies et ravageurs de cette culture, les organismes suivants peuvent être consultés :

Groupement National Interprofessionnel des Semences et Plants
Service Officiel de Contrôle (GNIS-SOC)
44, rue du Louvre – 75001 Paris
téléphone : 01 42 33 51 12 – télécopie : 01 40 28 40 16 – mél : gniscontact@gnis.fr
Web : www.gnis.fr et www.plantdepommedeterre.org

Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pomme de Terre
9, rue d'Athènes – 75009 Paris
téléphone : 01 40 82 18 70 – télécopie : 01 40 82 18 71 – mél : fnpppt@plantdepommedeterre.org
Web : www.plantdepommedeterre.org

EPR Bretagne : Bretagne Plants
Roudouhir - 29460 Hanvec
téléphone : 02 98 21 97 00 – télécopie : 02 98 21 97 08 – mél : bretplants@plantsdebretagne.com

EPR Nord : Comité Nord
Station « La Pigache » – avenue François Mitterrand – 62217 Beaurains
téléphone : 03 21 60 46 60 – télécopie : 03 21 60 46 62 – mél : comitenordplant@terre-net.fr

EPR Centre Sud : GROCEP
Station de Lavergne – BP 3 – 87370 Laurière
téléphone : 05 55 71 49 95 – télécopie : 05 55 71 51 61 - mél : grocep@wanadoo.fr

Institut National de la Recherche Agronomique : Unité de Recherche en Protection des Plantes Bio3P
Domaine de la Motte – BP 35327 – 35653 Rennes-le-Rheu

- Maladies virales - téléphone : 02 23 48 51 83 – télécopie : 02 23 48 51 80
  mél : camille.kerlan@rennes.inra.fr
- Maladies fongiques - téléphone : 02 23 48 51 79 – télécopie : idem
  mél : didier.andrivon@rennes.inra.fr
- Nématodes - téléphone : 02 23 48 51 59 – télécopie : 02 23 48 51 50
  mél : didier.mugniery@rennes.inra.fr
- Maladies bactériennes - téléphone : 02 23 48 51 95 – télécopie : 02 23 48 51 80
  mél : francoise.montfort@rennes.inra.fr

Station de Quarantaine Pomme de Terre
Domaine de la motte – BP 29 – 35653 Le Rheu
téléphone : 02 23 48 51 15 – télécopie : 02 23 48 51 19
mél : srpv-lnpv-sqpdt.draf-bretagne@agriculture.gouv.fr